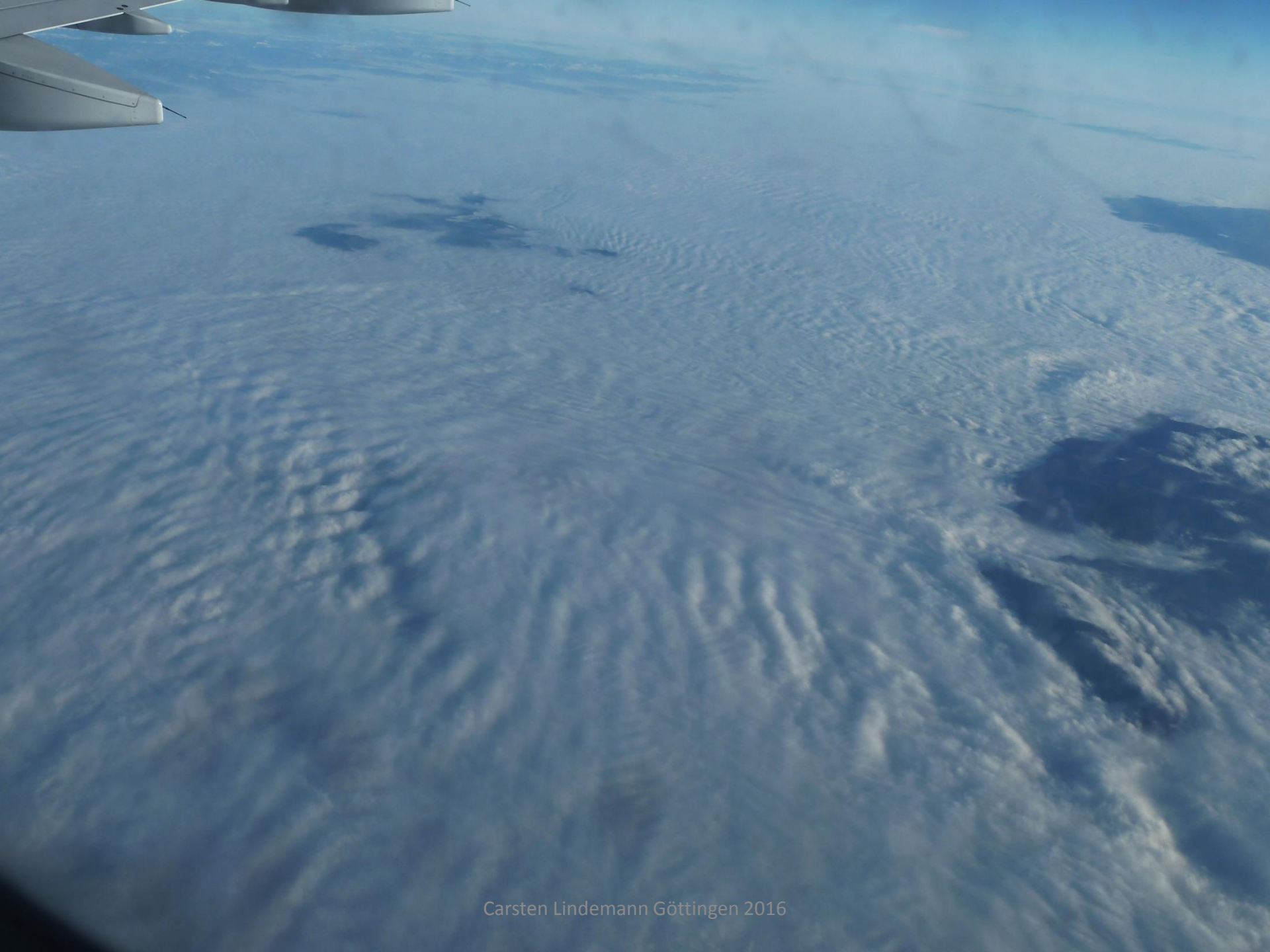


Gravitationsschwingungen und Thermik

Aufwind- und Wolkenstrukturen längs, kreuz und quer

**Wolkenbänder längs der Strömung wie z.B. Wolkenstraßen
oder auch quer zur Strömung wie Wellen**

**der Versuch, einer allgemeineren Erklärung
zuerst aber einmal ein paar häufig sichtbare Strukturen**



Carsten Lindemann Göttingen 2016



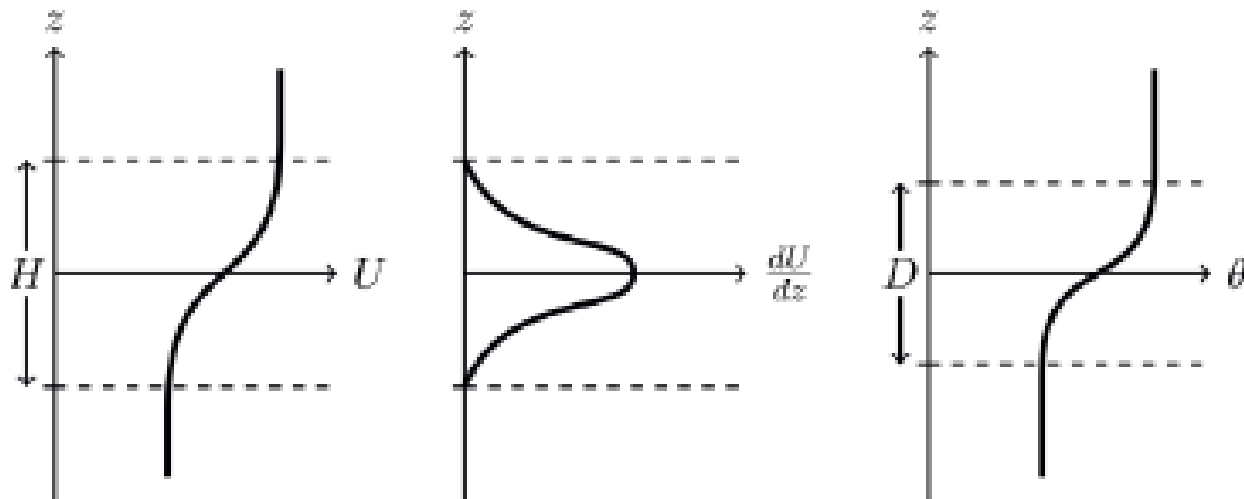
Carsten Lindemann Göttingen 2016



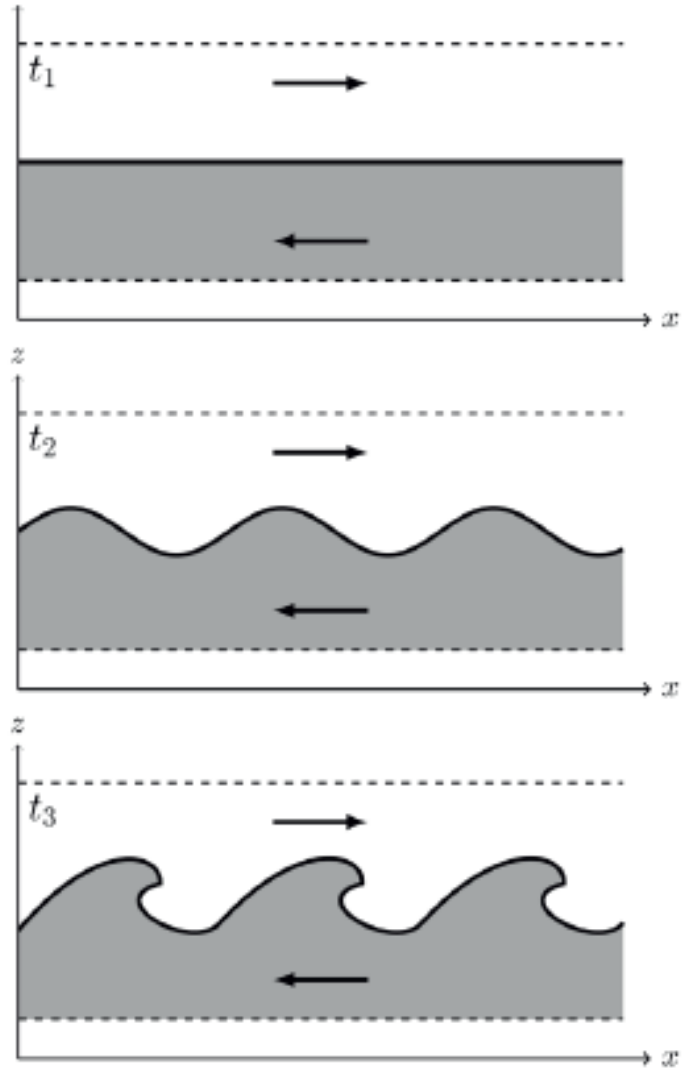
Carsten Lindemann Göttingen 2016

**Die Wolkenobergrenzen reichen häufig in ein anderes Windregime > Scherung
und in eine stabilere Temperaurschichtung hinein**

Wellenlänge !



Shear of temperature and wind (Etling 2014)



Nach Etling

Kelvin – Helmholtz – Wellen

**sie entstehen bei Windscherungen stabiler Temperaturschichtung
ihre Wellenlänge ist kurz – ca. 100 -500 m
die Schichtdicke der Scherung bestimmt die Wellenlänge
die Amplitude der Vertikalbewegungen ist relativ klein
sie sind segelfliegerisch kaum nutzbar
bei größer werdender Amplitude können sie instabil werden -
bestimmbar durch Richardsonkriterium $Ri < 0,25$, einer Zahl,
die die Größe der Windscherung und der Stabilität verknüpft**

nun ein paar (klassische) Wellen über West- und Mitteleuropa

Tageswertung OLC 2016

TopMeteo | Wind FL130 | Wind FL85 | Wind 3500ft | Satbild

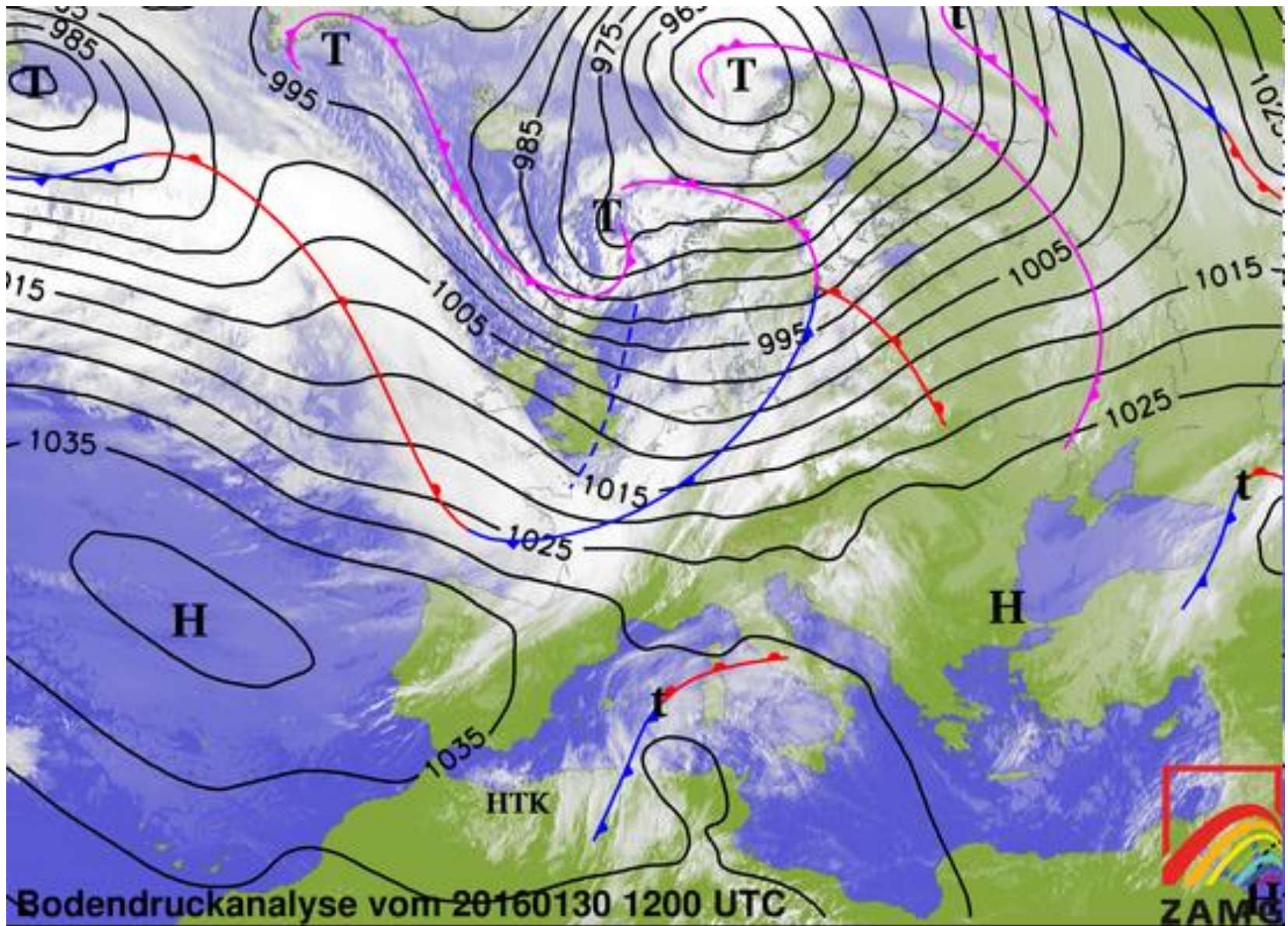
Europa / 30.01.2016)

2016-01-30 [18] ▼

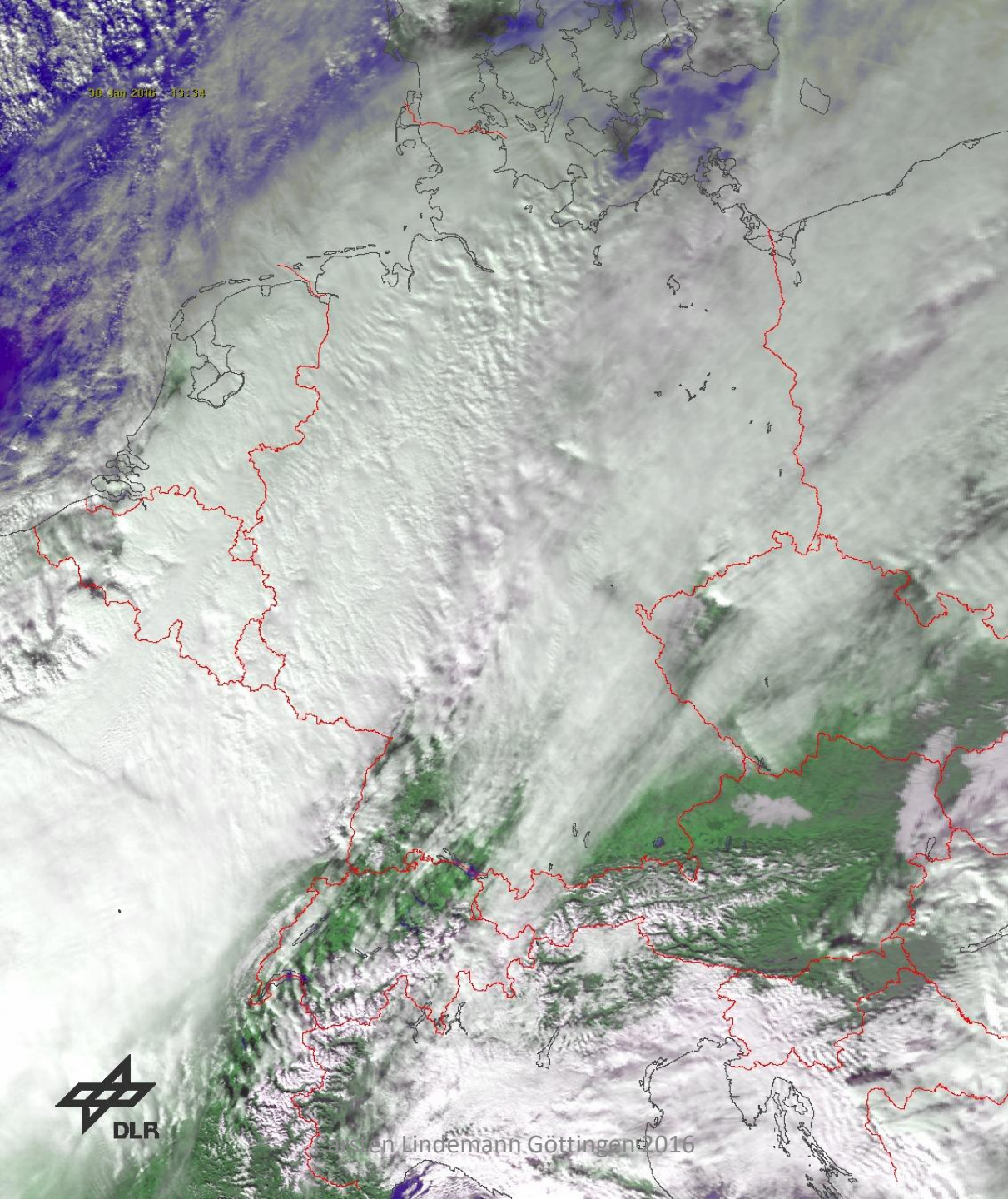
Suche Filter Excel PDF

18 items found, displaying all items

Punkte	Name	km	fai-km	km/h	Startplatz	Club	Flugzeug	Start	Ende	Info
650,85	Zbigniew Kunas (PL /)	607,83	143,4	83,34	Mikulovice (TS / CZ)	Aeroklub Opolski	Std. Jantar	07:23	15:19	
<p>☺ ☺ ☺ Nicht drei, aber einen Smiley bekommt jeder OLC-Teilnehmer, der uns unterstützt... hier mehr Informationen dazu.</p>										
302,16	Eric LECORCHE (FR /)	325,33	104,1	120,28	Issoire Broc ... (FR)	ACPH Issoire	DG 808B/18m	13:22	16:44	
274,76	Michael Krannich (DE / TH) Renate Rosenberger (DE / TH)	☺ 271,71	101,8	62,65	Alkersleben (DE / TH)	SFC Erfurt	Stemme S10 /...	09:23	14:27	
265,11	Jaroslaw Masalski (PL /)	207,14	51,8	92,96	Jelenia Gora (PL)	Aeroklub Jeleniogórs...	SZD 50 Pucha...	08:43	11:18	
230,39	PRZEMYSLAW OCHAL (PL /)	209,60	69,3	95,60	Mikulovice (TS / CZ)	Aeroklub Bielsko Bia...	Std. Jantar	08:17	10:40	
202,80	Chris Fleming (US /)	195,34	78,9	52,15	Fayence Gld (FR)	AAPCA Fayence	Discus 2	11:20	16:19	
146,56	Ralf Fischer (DE / BW)	142,85	22,1	37,80	Offenburg Bad... (DE / BW)	FG Offenburg	Janus 18,2m	09:03	13:14	
145,72	Thomas Böhmerle (DE / BW) Christoph Schmitt (DE / BW)	156,05	14,1	64,47	Heubach (DE / BW)	FLG Donzdorf	Stemme S10 /...	09:16	14:26	
122,05	Kai Voelkner (DE / BW)	☺ 132,42	22,4	24,60	Offenburg Bad... (DE / BW)	FG Offenburg	ASW 27	07:48	13:31	
106,78	Alois Bissig (CH /)	☺ 114,46	56,3	50,04	Buochs (CH)	SG Nidwalden	Nimbus 4DM	10:15	00:01	
79,82	Edward Volz (DE / BW)	77,96	24,8	59,54	Rheinstetten (DE / BW)	LSG Rheinstetten	Discus bT	09:24	12:26	
69,69	Matthias Mertz (DE / BW)	☺ 68,10	5,3	47,99	Offenburg Bad... (DE / BW)	FG Offenburg	DG 100	07:12	09:06	
56,98	Björn Oeß (DE / BW)	☺ 62,10	17,1	70,86	Ludwigshafen ... (DE / RP)	FG Mosbach e.V.	DG 800/18m	09:18	11:26	
45,35	Kurt Renner (DE / BW)	☺ 43,96	27,3	16,63	Hilzingen (DE / BW)	SFG Singen	Ventus cT 17...	11:19	14:48	
45,35	Harald Weber (DE / RP) Ralf Bock (DE / RP)	☺ 45,98	13,0	33,47	Ludwigshafen ... (DE / RP)	LFV Grünstadt	Duo Discus	08:01	09:33	
36,13	Dennis Parkins (DE / RP)	33,49	20,8	37,71	Ludwigshafen ... (DE / RP)	SFZ Ludwigshafen-Dan...	ASW 20	09:00	10:02	

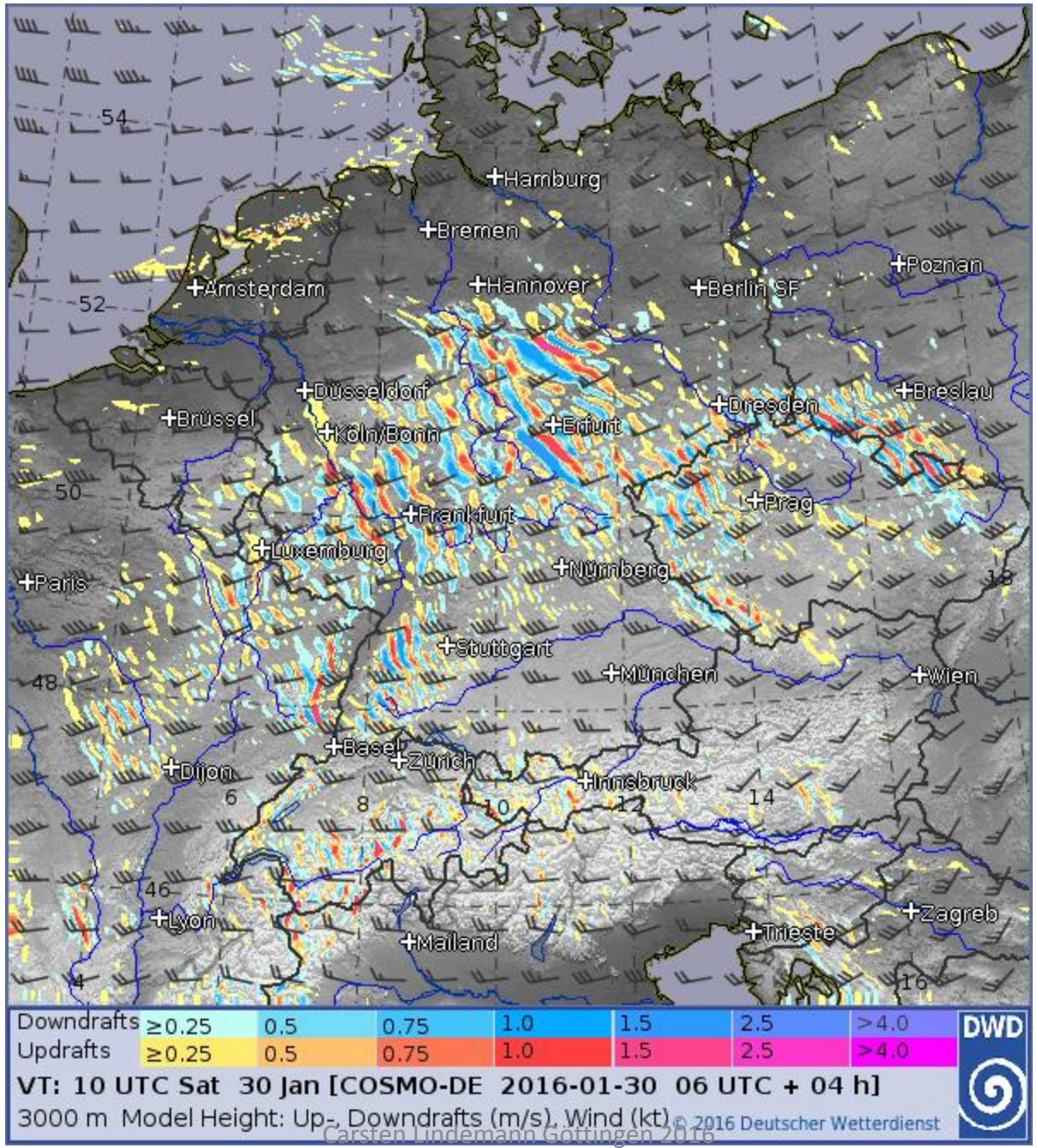


NOAA 18
30. Jan. 16

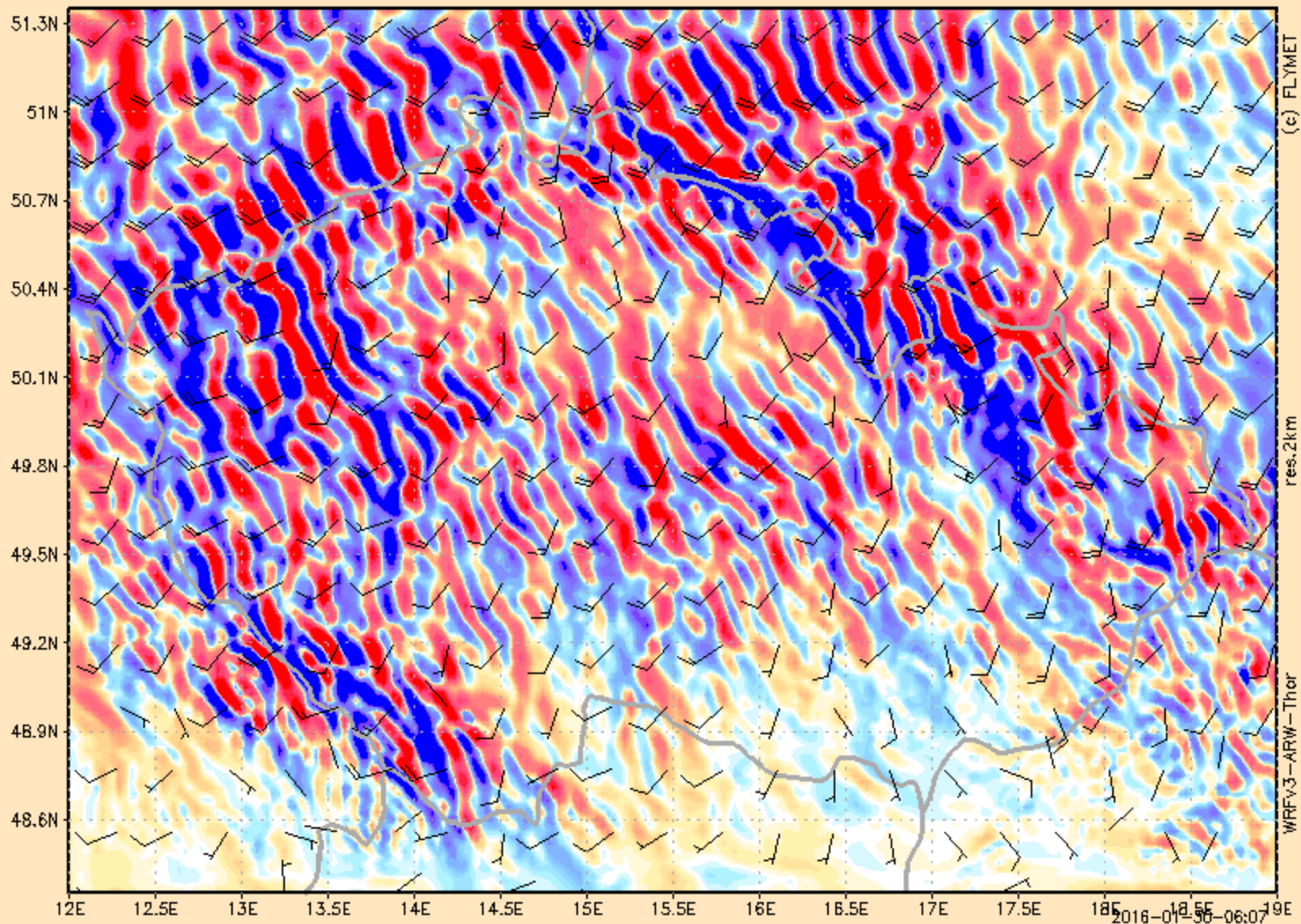


en Lindemann Göttingen 2016

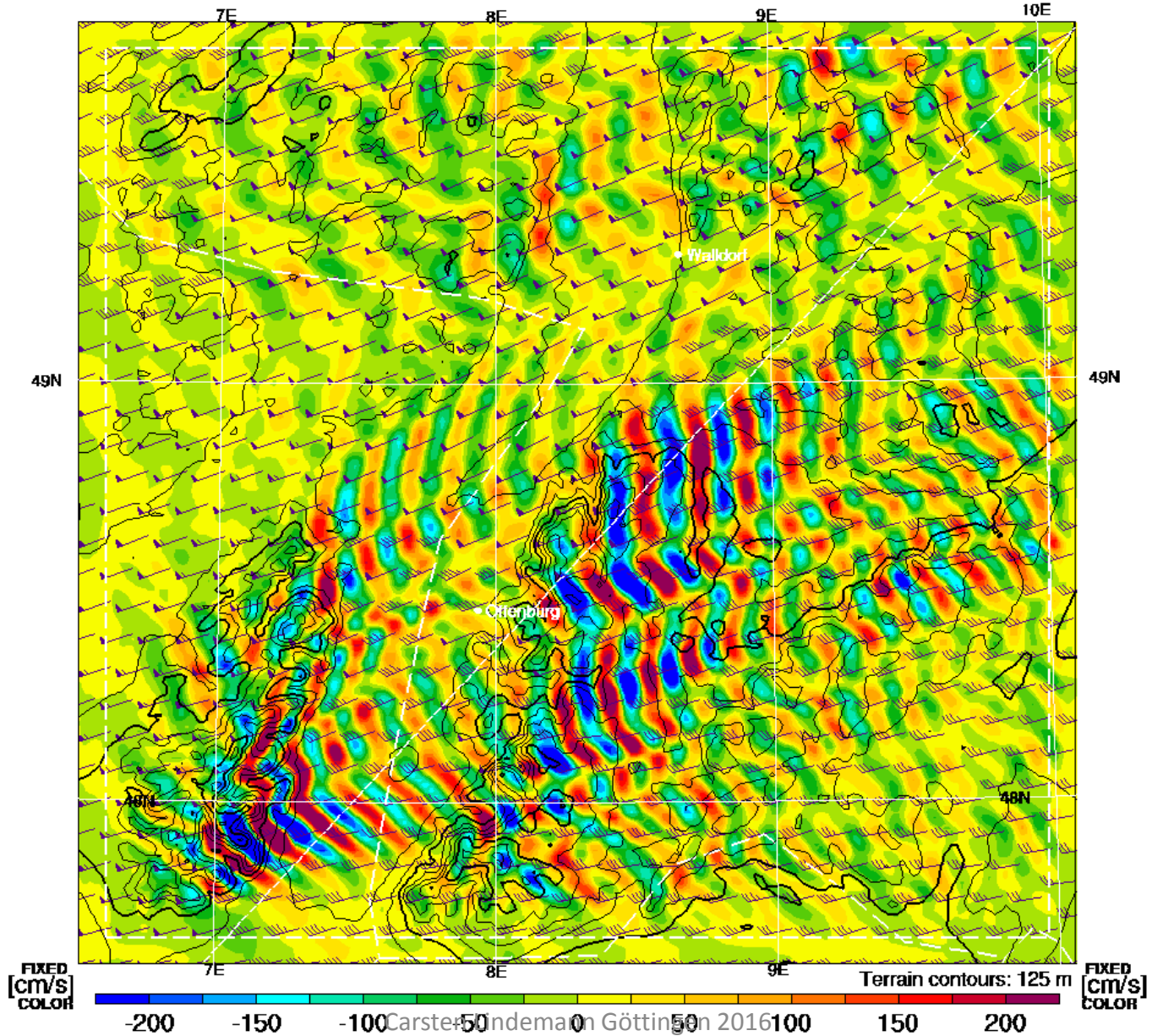
andere Wellenlängen – andere vertikale Mächtigkeit ?



"vlnove rozruchy" ve 2 km sobota 30.01.2016 10 hod UTC

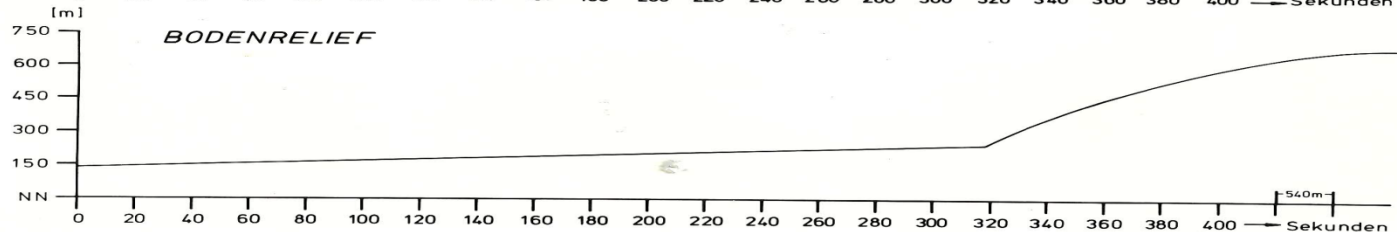
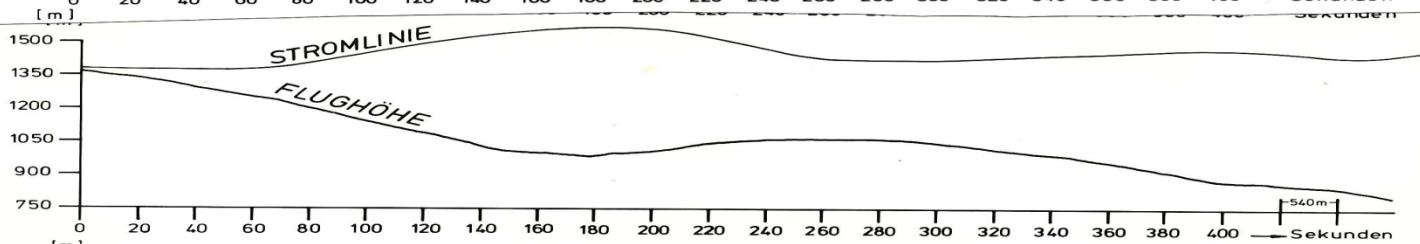
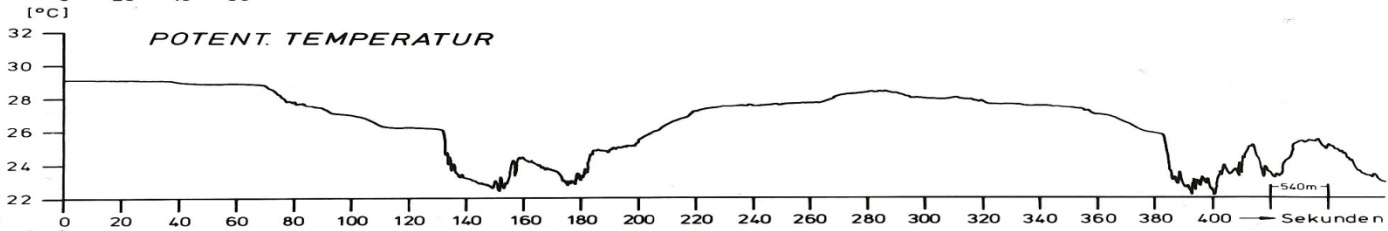
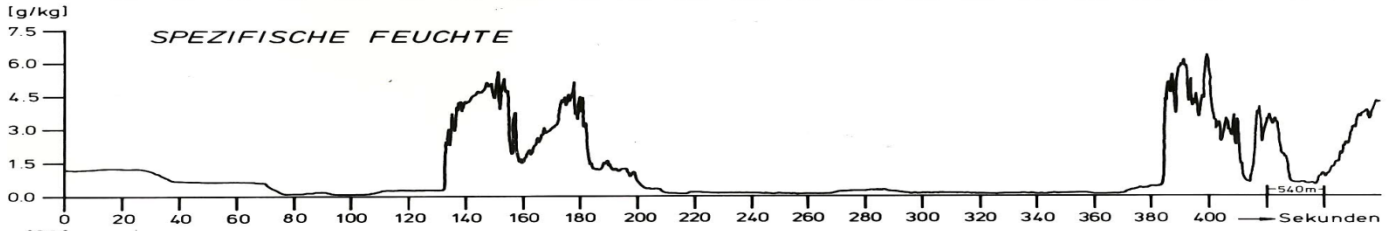
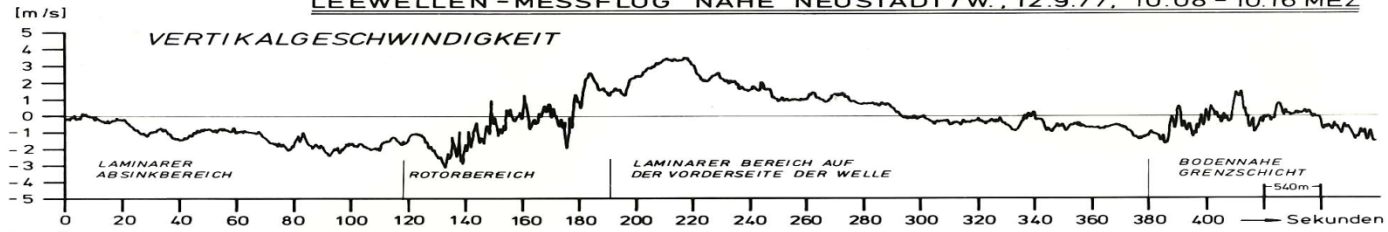


Vertical Velocity & Wind [kt] at 701mb
Valid 1200 CET (1100Z) SAT 30 Jan 2016 [35hrFcst@0618z]
slice X,Y= 86,68@43°



Ein Messflug am Pfälzer Wald mit der ASK 16 D-KMET

LEEWELLEN - MESSFLUG NÄHE NEUSTADT / W., 12.9.77, 10.08 - 10.16 MEZ



Rak.

Fig. 3 d — Rotor streaming

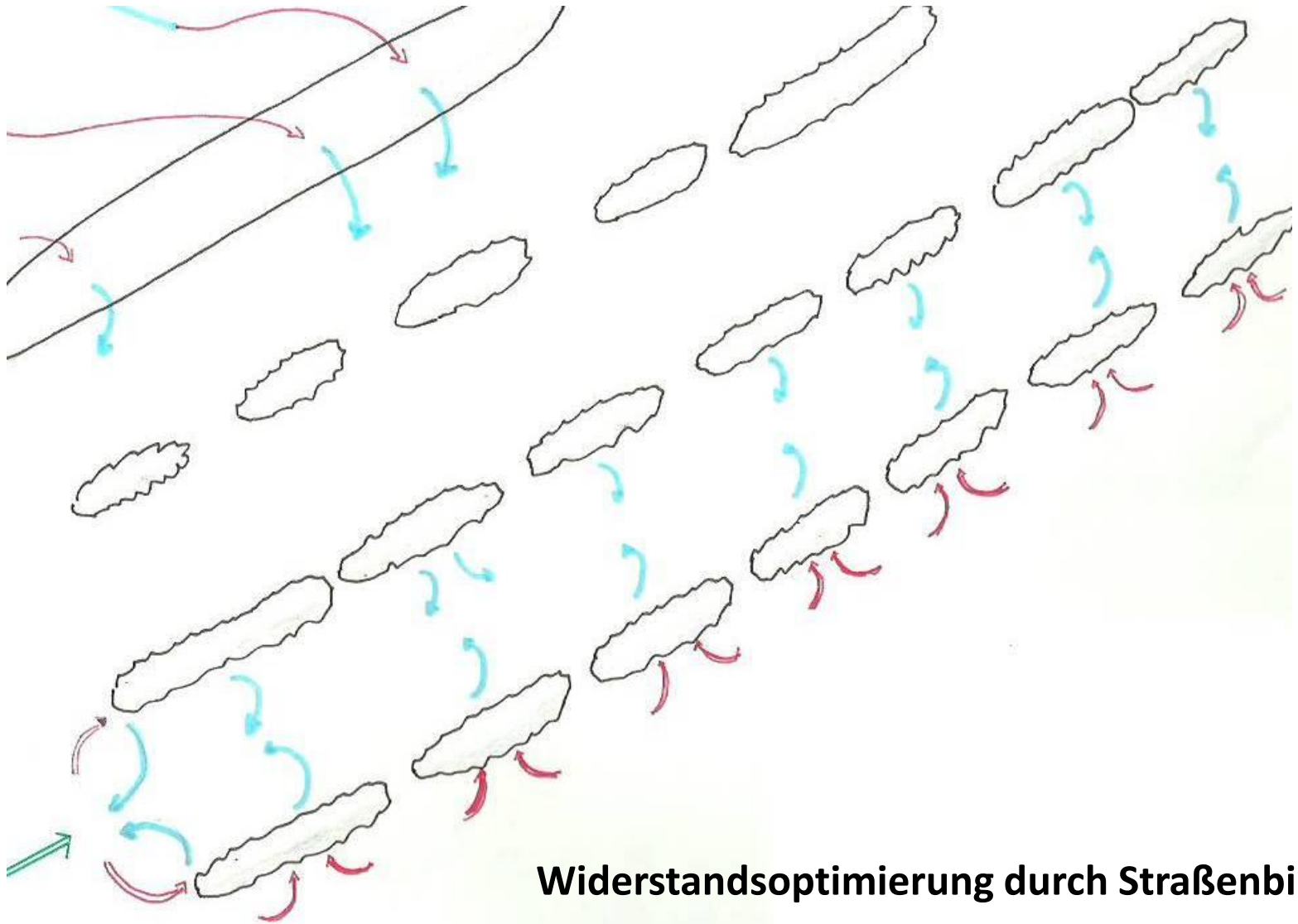


Fig. 3 e — Rotor streaming

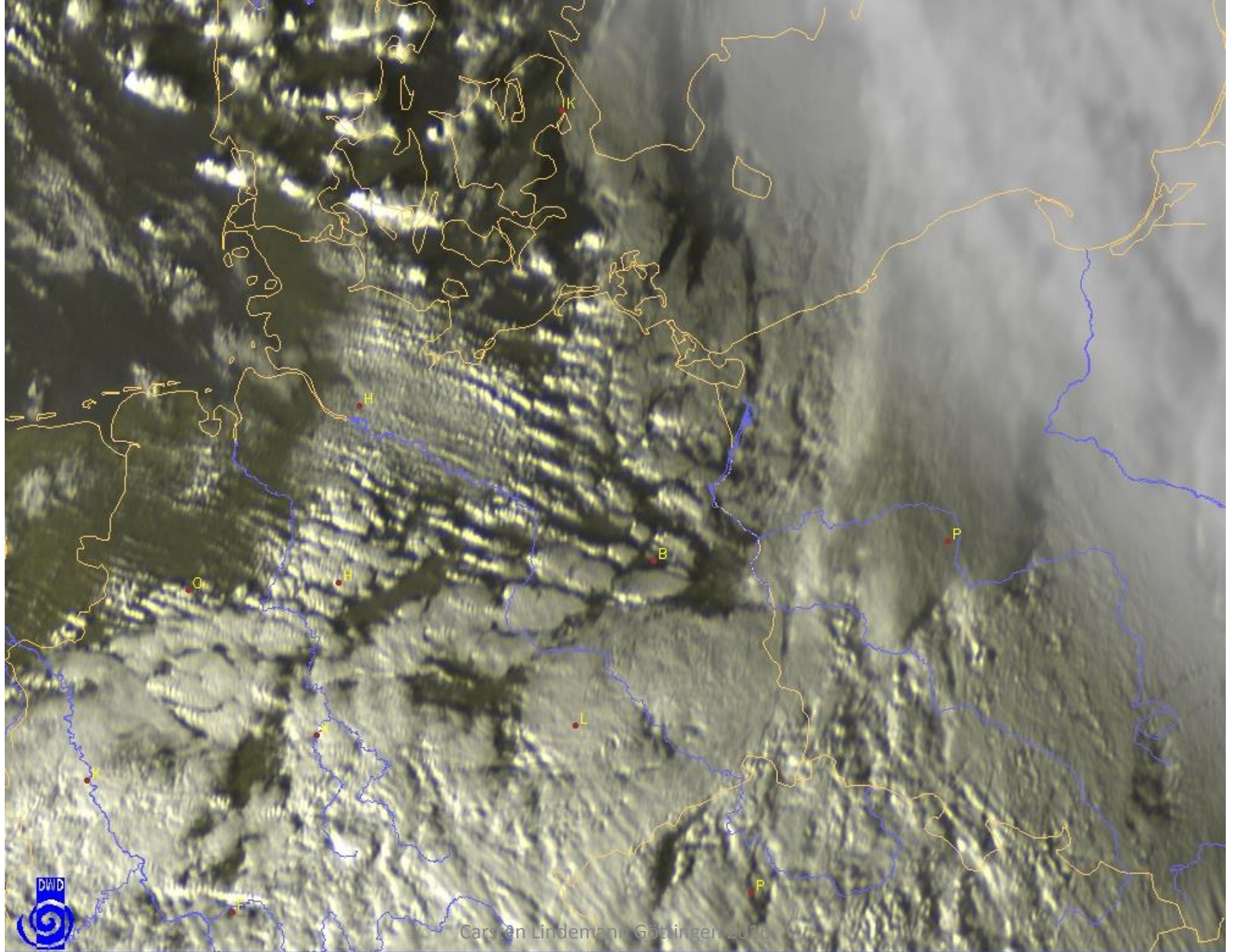
Nach J. Förchtgott 1954

Eine Übersicht über Strukturen der Anordnung von Cumuluswolken im Flachland

- 1. Wolken- bzw. Thermikstraßen längs des Windes***
- 2. Thermik- und Wolkenstrukturen quer zum Wind***
- 3. beide Strukturen zusammen***
dazu braucht man denn wohl doch ein bisschen Berg ?

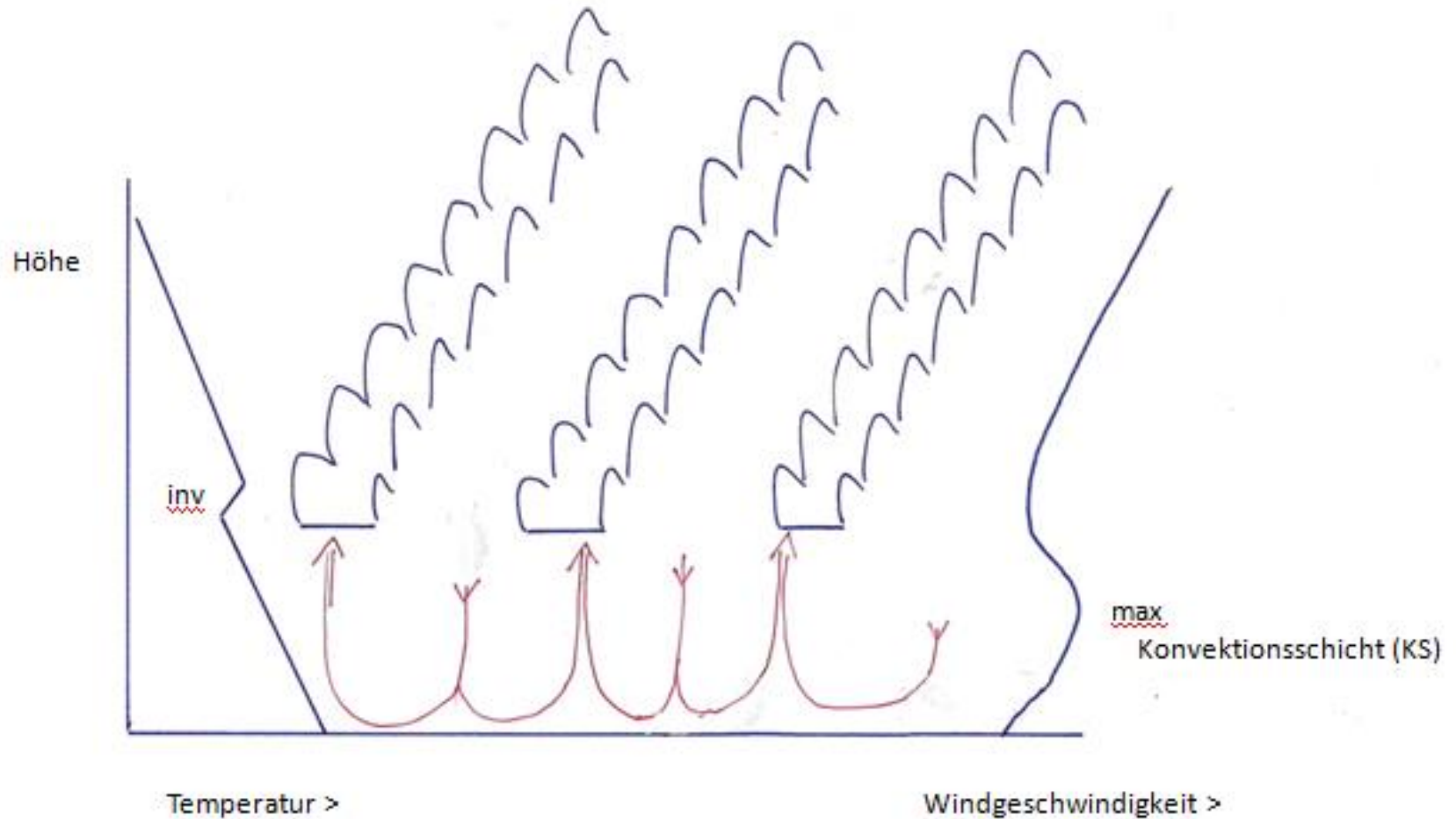


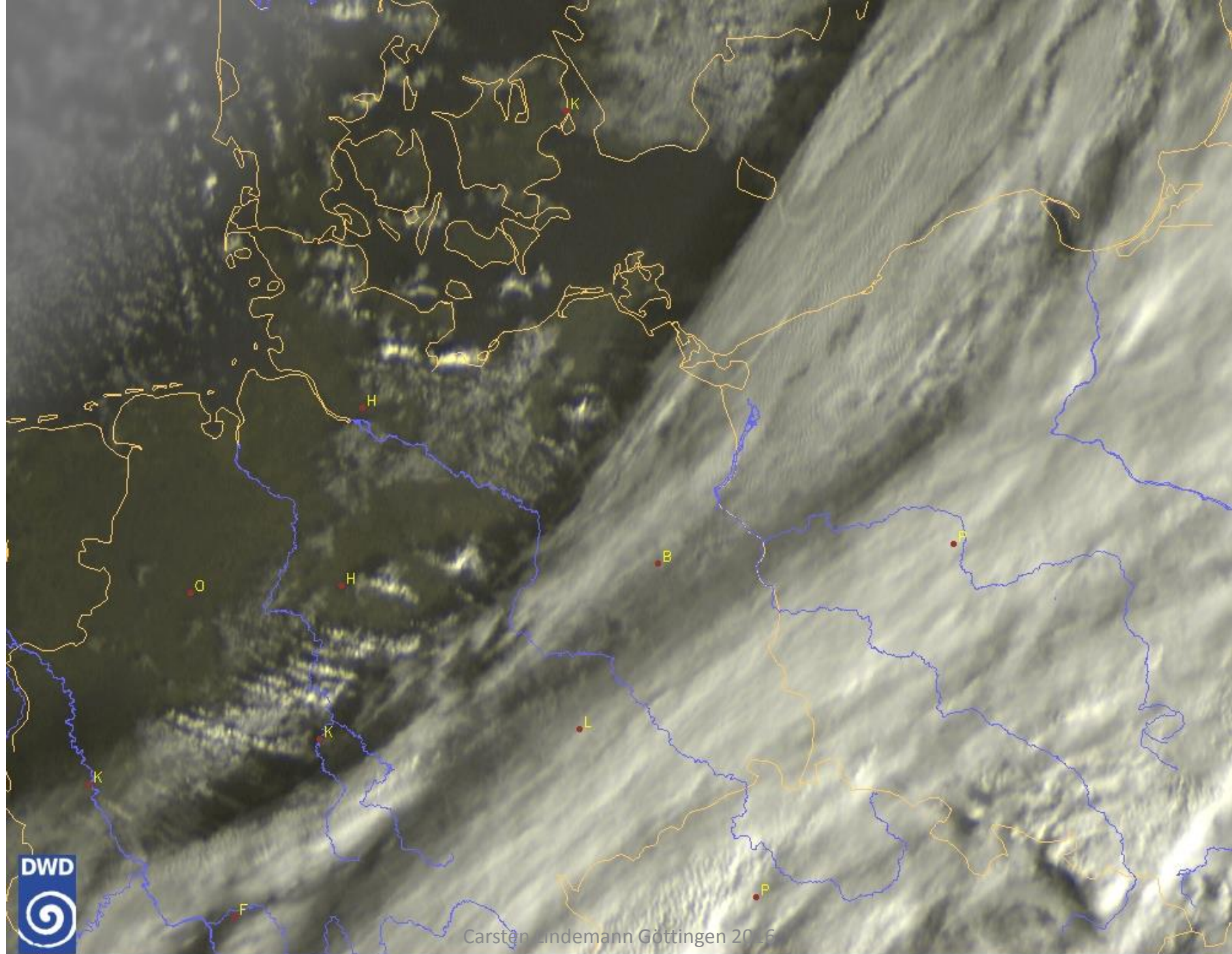
Widerstandsoptimierung durch Straßenbildung



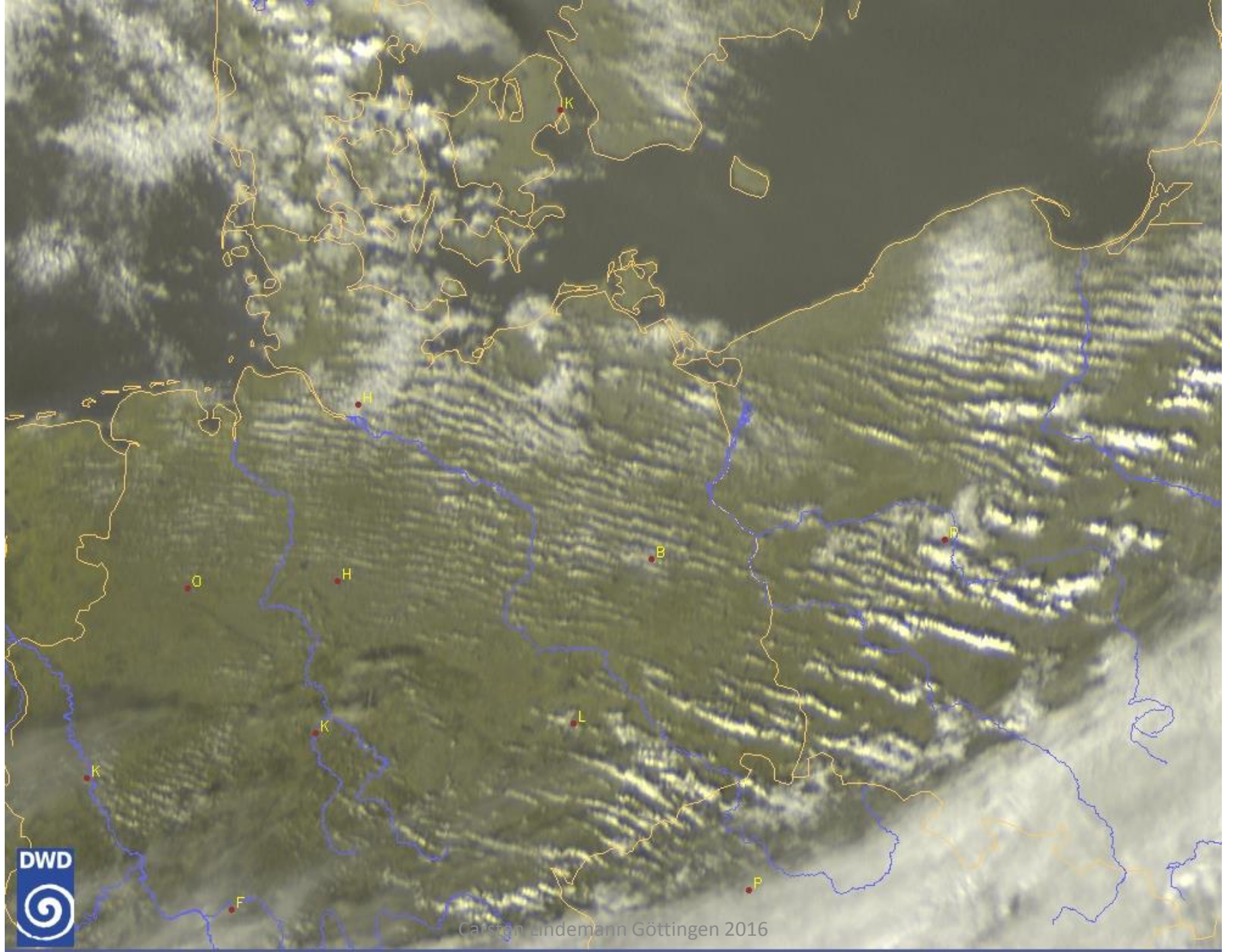
Carsten Lindemann Göttingen 2016

Wolkenstraßen unter typischen Bedingungen
Inversion und gekrümmtes Windprofil in KS
Zirkulation mit Auf- und Abwind (rot)





Carsten Lindemann Göttingen 2016




Carsten Lindemann Göttingen 2016

WWW.FOEBERLIN.DE 2016-01-28 CET 13:42:39



10393 Lindenberg Observations at 12Z 28 Jan 2016



PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKN	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	kn	K	K	K
1005.0	112	7.6	3.6	76	4.95	290	12	280.4	294.2	281.2
1003.0	130	7.4	3.4	76	4.88	275	10	280.3	293.9	281.1
1000.0	156	7.0	3.0	76	4.77	275	16	280.1	293.5	281.0
985.0	279	5.8	2.3	78	4.62	280	29	280.2	293.1	281.0
925.0	790	1.0	-0.4	90	4.03	295	33	280.3	291.7	281.0
919.0	842	0.5	-0.6	93	4.00	300	33	280.3	291.6	281.0
916.0	869	0.2	-0.7	94	3.99	300	>34	280.3	291.6	281.0
874.0	1244	-1.4	-10.1	52	2.04	300	47	282.4	288.4	282.7
867.0	1308	-1.7	-11.7	46	1.81	299	46	282.8	288.2	283.1
850.0	1465	-2.7	-10.7	54	2.00	295	43	283.3	289.3	283.6
819.0	1758	-5.3	-9.0	75	2.37	289	42	283.6	290.6	284.0
809.0	1855	-5.3	-14.3	49	1.57	287	42	284.6	289.3	284.8
778.0	2160	-7.9	-12.9	67	1.83	280	41	285.0	290.5	285.3
776.0	2180	-7.8	-16.7	49	1.34	280	>41	285.3	289.4	285.6
764.0	2301	-6.9	-39.9	5	0.16	279	43	287.5	288.1	287.6
700.0	2979	-10.3	-45.3	4	0.10	275	58	291.1	291.4	291.1
628.0	3809	-14.3	-56.3	1	0.03	275	68	295.6	295.8	295.6
616.0	3956	-14.0	-61.2	1	0.02	275	70	297.6	297.7	297.6
612.0	4006	-13.9	-62.9	1	0.01	273	69	298.3	298.4	298.3
603.0	4118	-14.2	-61.1	1	0.02	270	66	299.2	299.3	299.2
579.0	4426	-15.1	-56.1	2	0.03	269	72	301.6	301.8	301.7
519.0	5244	-21.3	-56.3	3	0.04	266	90	303.8	303.9	303.8
507.0	5417	-21.0	-56.8	2	0.04	265	93	306.1	306.3	306.2
503.0	5476	-20.9	-56.9	2	0.03	265	91	307.0	307.1	307.0
500.0	5520	-20.9	-54.9	3	0.04	265	89	307.5	307.7	307.5
400.0	7120	-34.1	-53.1	13	0.07	265	105	310.6	310.9	310.6
393.0	7243	-35.1	-53.1	14	0.07	264	106	310.9	311.1	310.9
385.0	7386	-35.5	-46.5	32	0.15	264	107	312.2	312.8	312.2
349.0	8064	-39.3	-53.3	21	0.08	260	111	315.9	316.2	315.9

Carsten Lindemann Göttingen 2016

Isothermie in 1700m-Profilen wellenträchtig - nicht schwingungsfähig-Aufwind?

> Vertikalgeschwindigkeit <

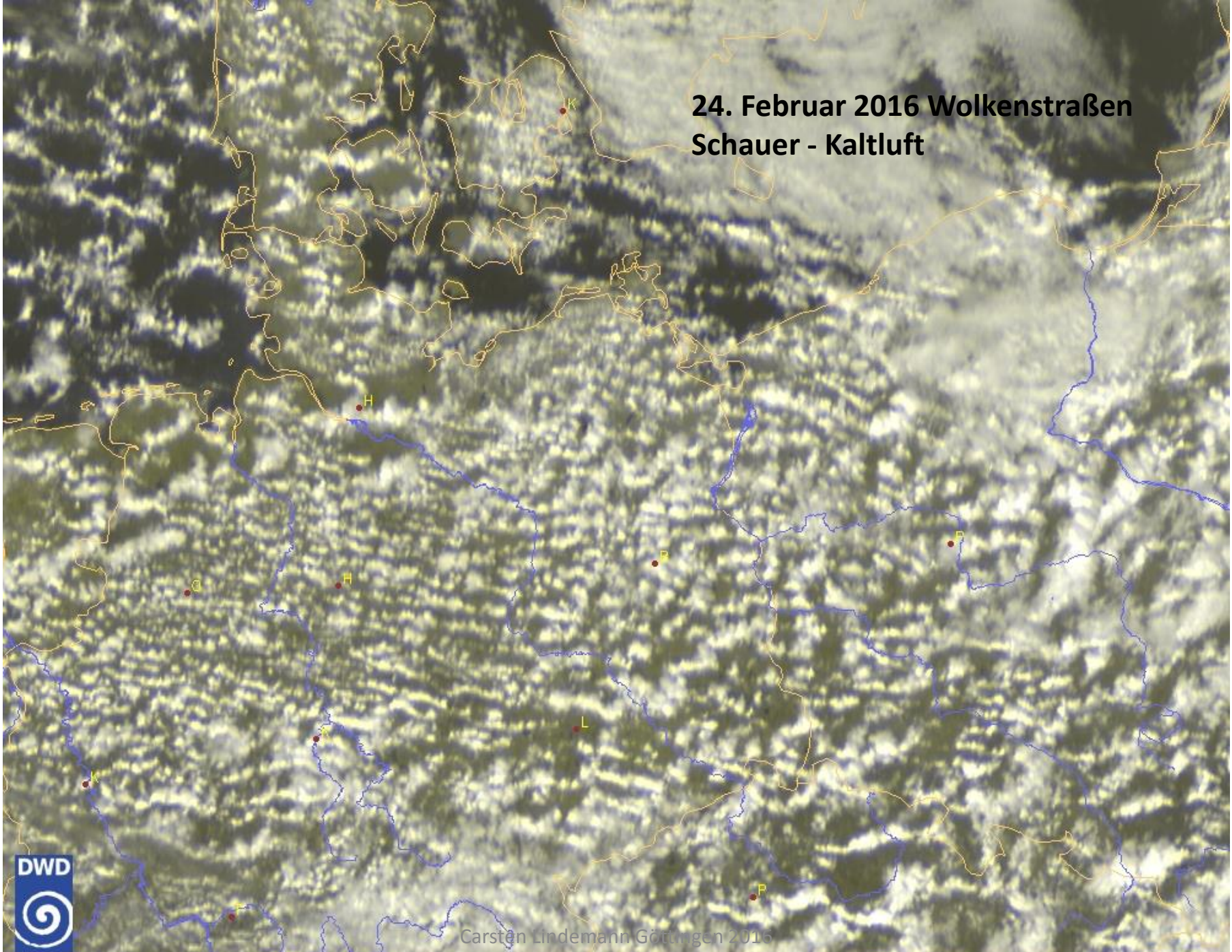
10238 ETGB Bergen Observations at 12Z 8 Jan 2016



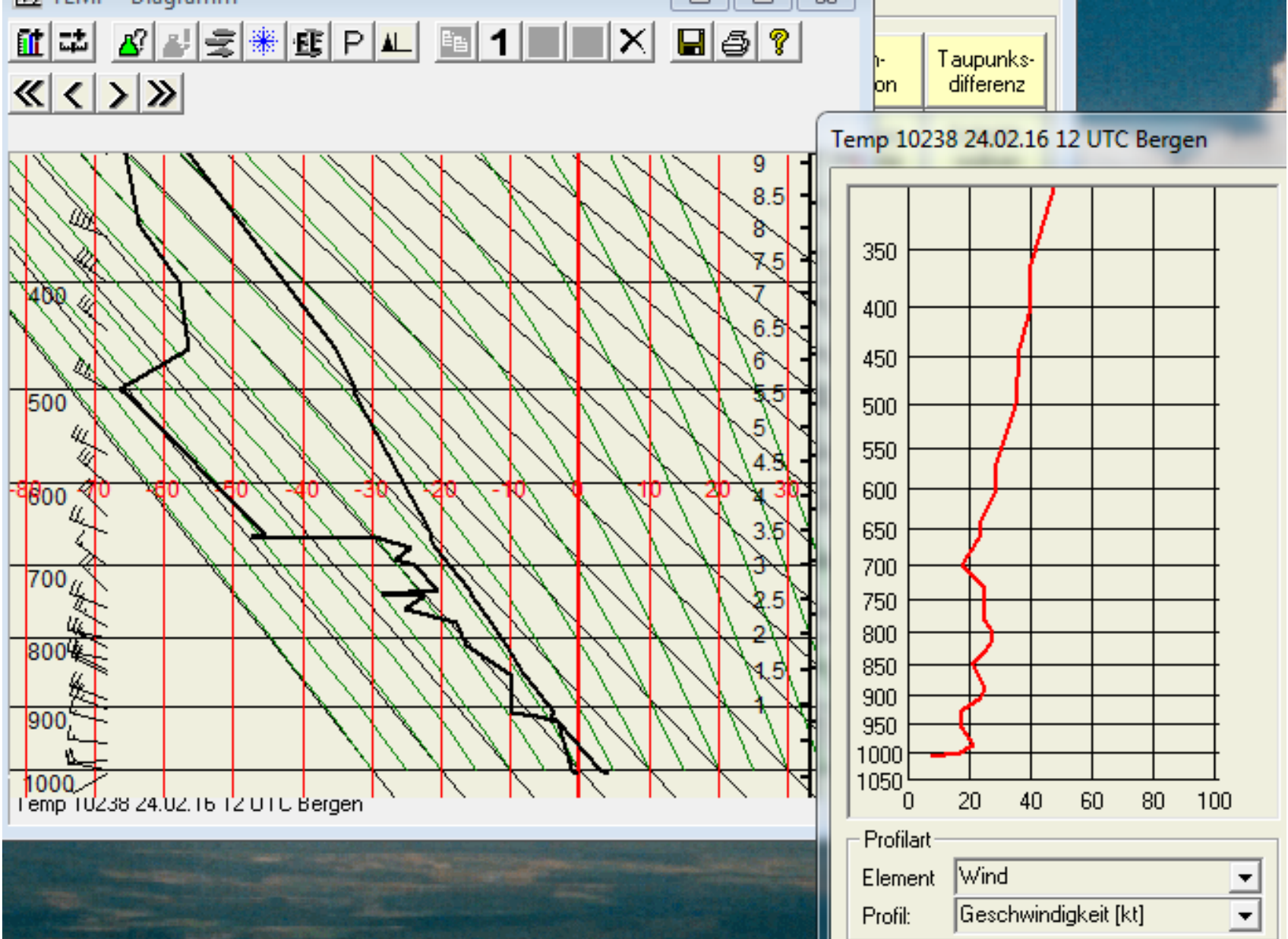
PRES hPa	HGHT m	TEMP C	DWPT C	RELH %	MIXR g/kg	DRCT deg	SPD knot	THTA K	THTE K	THTV K
1034.0	69	6.8	1.8	70	4.23	240	6	277.3	289.1	278.0
1008.0	281	6.2	0.2	65	3.87	263	18	278.7	289.6	279.4
1000.0	347	5.4	0.4	70	3.96	270	21	278.6	289.6	279.2
991.0	420	4.7	0.1	72	3.91	275	25	278.5	289.5	279.2
951.0	753	1.3	-1.1	84	3.71	290	23	278.5	288.9	279.1
925.0	977	-0.9	-2.0	92	3.59	275	29	278.4	288.5	279.0
917.0	1046	-1.5	-2.7	92	3.44	275	31	278.4	288.1	279.0
900.0	1195	-2.9	-4.2	91	3.13	285	31	278.5	287.4	279.0
893.0	1257	-3.5	-4.8	91	3.01	291	30	278.5	287.1	279.0
891.0	1274	-3.5	-5.3	87	2.90	292	30	278.7	287.0	279.2
888.0	1301	-2.6	-12.1	48	1.72	295	29	279.9	285.0	280.2
887.0	1310	-2.3	-14.3	39	1.43	295	29	280.3	284.6	280.5
850.0	1647	-3.7	-27.7	14	0.47	285	33	282.3	283.8	282.3
701.0	3137	-14.1	-43.1	7	0.12	290	39	286.7	287.2	286.8
700.0	3148	-14.1	-44.1	6	0.11	290	39	286.8	287.2	286.9
693.0	3224	-13.3	-54.3	2	0.03	290	37	288.6	288.7	288.6
681.0	3357	-13.7	-56.3	1	0.03	290	35	289.6	289.7	289.6
656.0	3640	-14.5	-60.5	1	0.02	290	39	291.8	291.8	291.8
621.0	4056	-13.3	-46.3	4	0.10	290	45	297.7	298.1	297.8
563.0	4792	-18.0	-45.6	7	0.12	290	56	300.7	301.1	300.7
536.0	5161	-20.3	-45.3	9	0.13	286	59	302.2	302.6	302.2
500.0	5670	-25.1	-46.1	12	0.12	280	62	302.4	302.8	302.4
435.0	6664	-33.2	-53.2	12	0.06	280	62	304.4	304.7	304.4
431.0	6730	-33.7	-53.7	12	0.06	278	63	304.5	304.8	304.6
400.0	7250	-37.3	-59.3	8	0.03	265	72	306.4	306.6	306.4
352.0	8119	-44.3	-62.3	12	0.02	261	94	308.4	308.5	308.4
333.0	8490	-45.1	-64.1	10	0.02	259	104	312.2	312.3	312.2
303.0	9115	-49.1	-59.1	30	0.04	258	121	315.1	315.3	315.1
300.0	9180	-49.3	-59.3	30	0.04	255	122	315.8	315.9	315.8

Inv

24. Februar 2016 Wolkenstraßen Schauer - Kaltluft

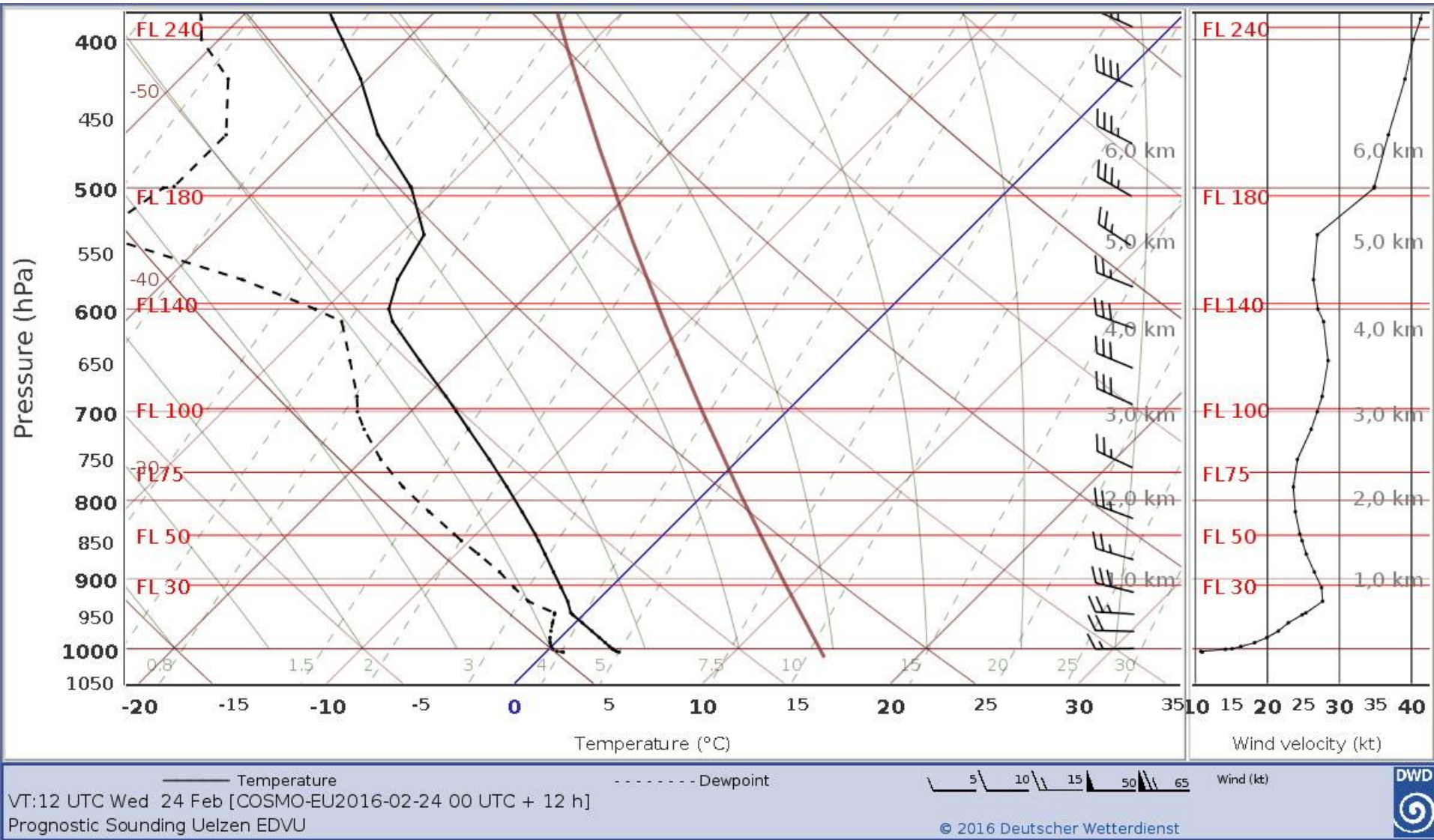


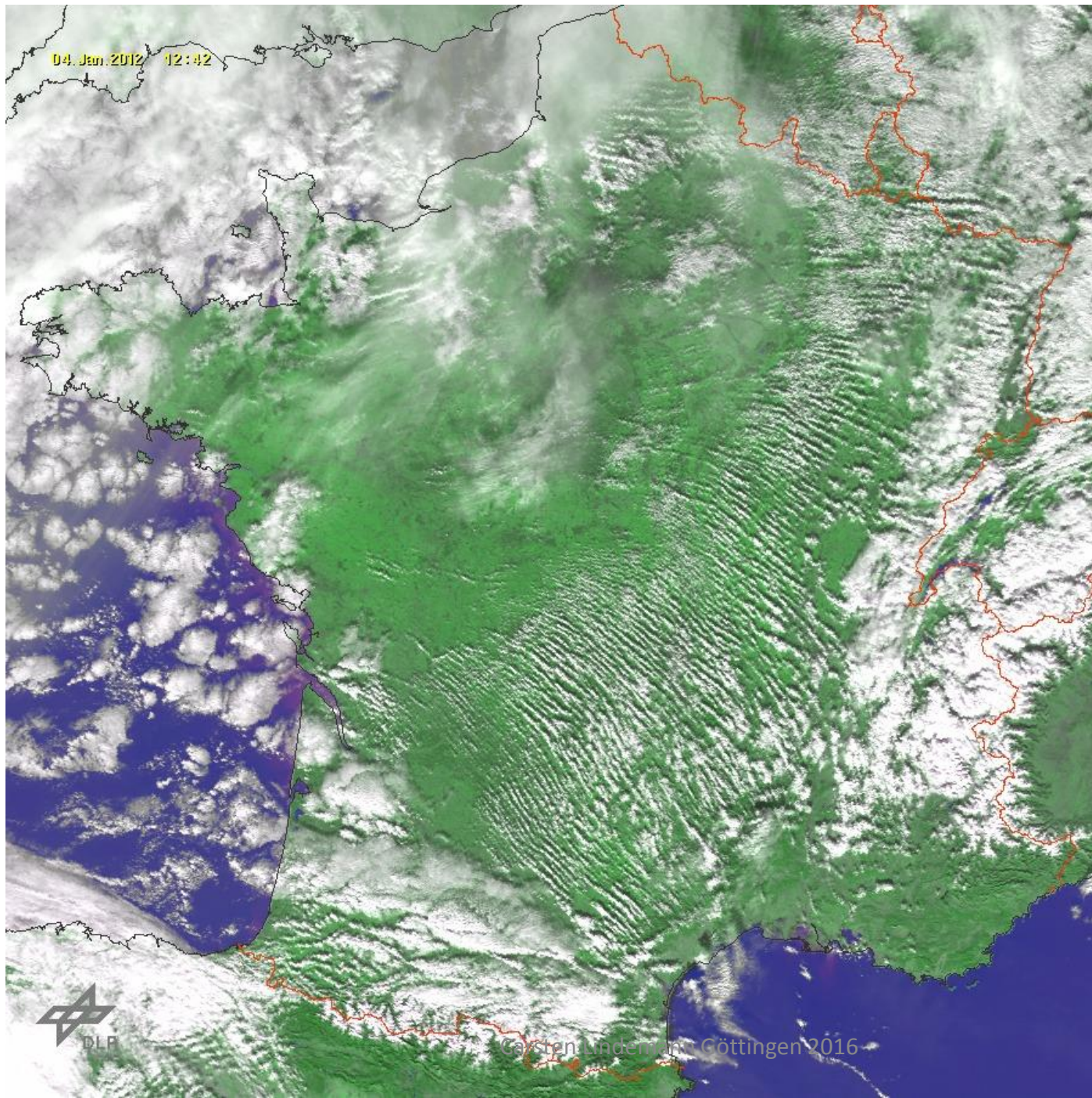
Carsten Lindemann Göttingen 2016



24.2.16 – CKN ca. 1000 m – Schauer - Labilität

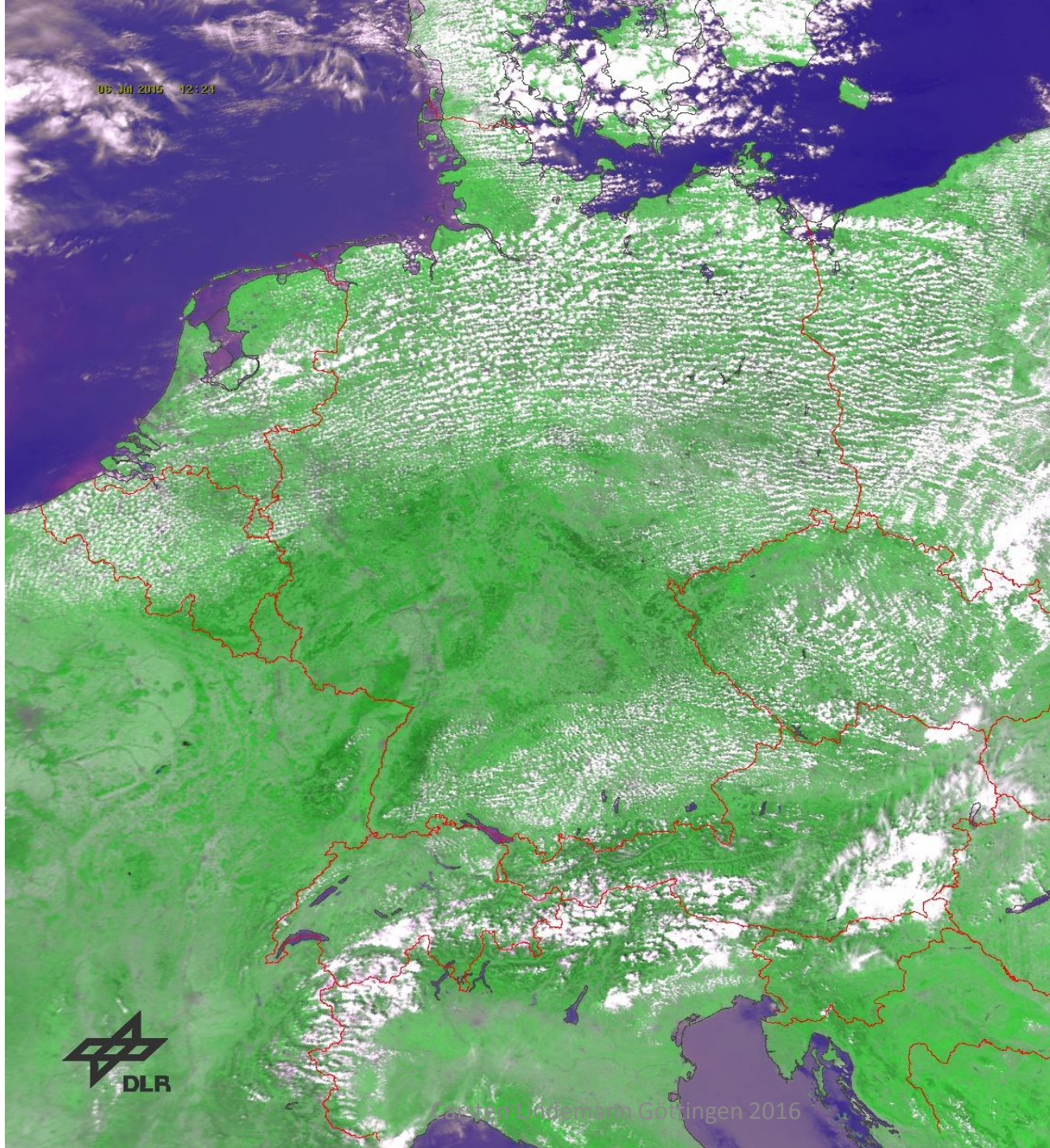
Die DWD-Prognose für den 24.2.16 12z s. Windprofil !!





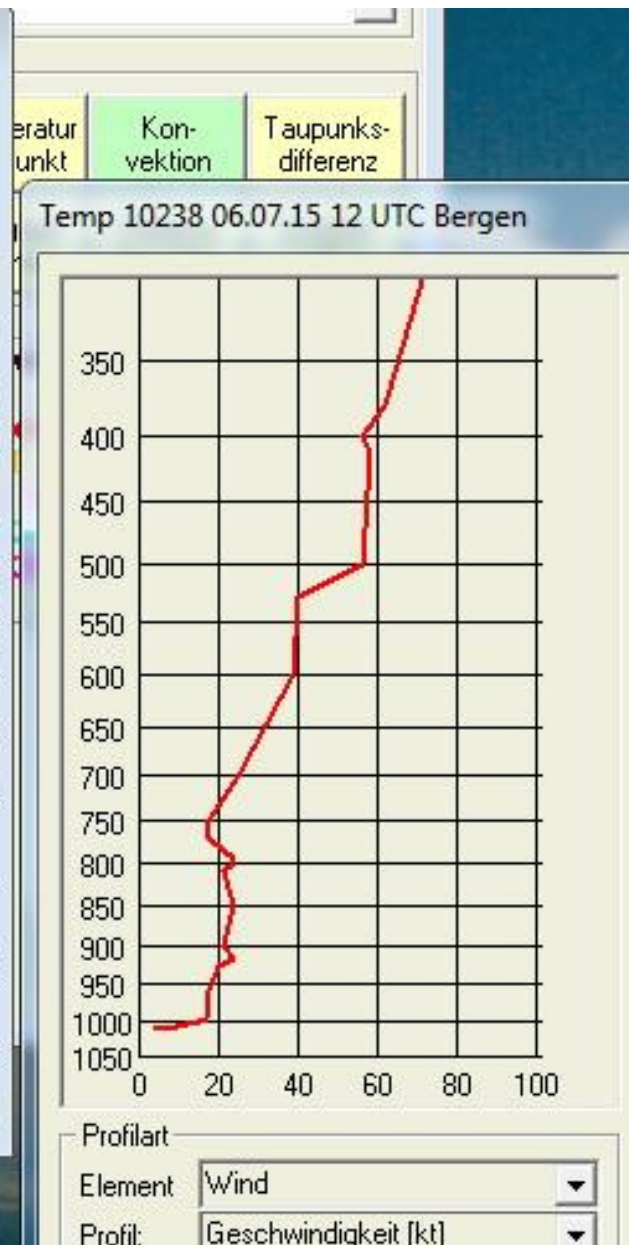
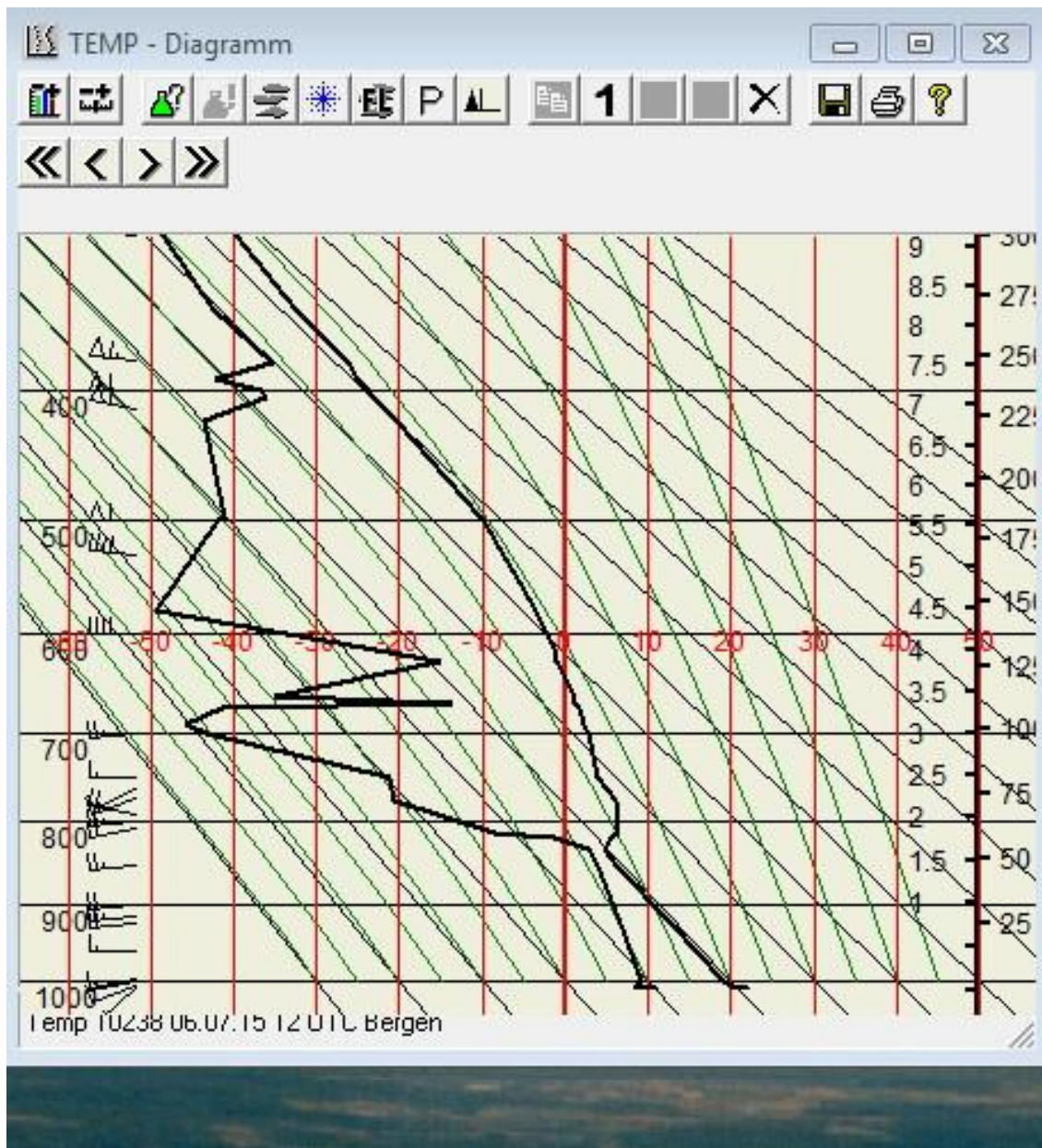
Wolkenstraßen und Leewellen - Cevennen





6. Juli 2015

1167 km
Altmann/Welsch



Bemerkung: keine Windzunahme im Cumulusniveau

12425 Wroclaw I Observations at 12Z 09 May 2008

**Thermikstraßen
im Blauen
nach Henken,
Fischer et al
FUB, WeW**

PRES hPa	HGHT m	TEMP C	DWPT C	RELH %	MIXR g/kg	DRCT deg	SKNT knot	THTA K	THTE K	THTV K
1006.0	122	18.2	2.2	34	4.48	30	4	290.9	304.1	291.6
1000.0	171	16.8	0.8	34	4.07	10	6	289.9	302.0	290.7
956.0	550	12.8	-0.2	41	3.96	19	4	289.6	301.3	290.3
925.0	825	10.2	-0.8	46	3.92	25	2	289.7	301.3	290.4
850.0	1522	3.6	-1.4	70	4.08	65	6	289.9	301.9	290.6
827.0	1744	1.5	-2.3	76	3.92	45	10	289.9	301.5	290.6
822.0	1793	1.0	-2.5	77	3.89	42	11	289.9	301.4	290.6
816.0	1852	Inv	2.0	-14.0	29	1.60	39	291.6	296.6	291.9
809.0	1921	1.8	-22.2	15	0.80	36	13	292.1	294.7	292.3
808.0	1931	1.7	-21.9	15	0.83	35	14	292.1	294.8	292.3
775.0	2266	-0.5	-10.8	46	2.17	45	14	293.2	299.9	293.6
767.0	2349	-1.1	-8.1	59	2.72	44	15	293.5	301.8	293.9
724.0	2809	-1.9	-13.9	39	1.81	42	20	297.5	303.2	297.8
700.0	3076	-3.7	-13.7	46	1.91	40	23	298.4	304.4	298.7
696.0	3121	-4.0	-14.0	46	1.88	40	23	298.5	304.4	298.8
628.0	3920	-10.2	-18.8	50	1.39	40	19	300.3	304.8	300.5
605.0	4210	-12.5	-20.5	51	1.24	33	19	300.9	305.0	301.1

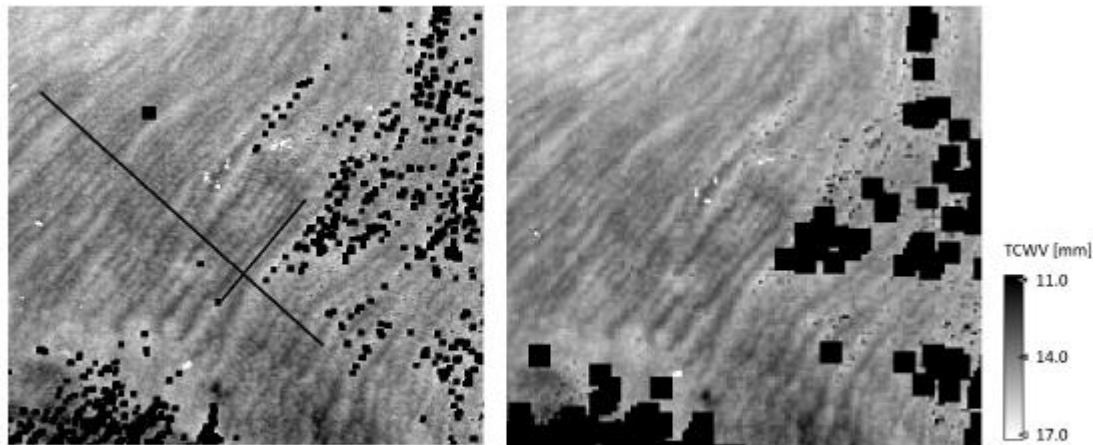


Figure 4: Zoom panel in region as indicated by the box in Fig. 2 (TBD).

Beispiele

From leewave to thermals

17. Juni 2012 Jens-Rickmer Bothe Goslar/Harz

Thermal waves with surface wind

18. Juli 2012 Schwäbische Alb (Duo Herford)

29. August 2012 Lüsse (SL)

02. Juni 2000 Lüsse (SL)

21. November 2012 Gariep Dam (SL)

Thermal waves with with very low surface wind

19. Juni 2012 Lüsse (SL)

07. Juni 2015 Lüsse/Brandenburg

02. September 2011 Beeskow (SL)

29. August 2015 Westfalen

Thermal wave with surface wind perpendicular to upper wind

03. Juni 2000 Lüsse (SL)

Oscillation without soaring success

09. Dezember 2012 Gariep Dam (SL)

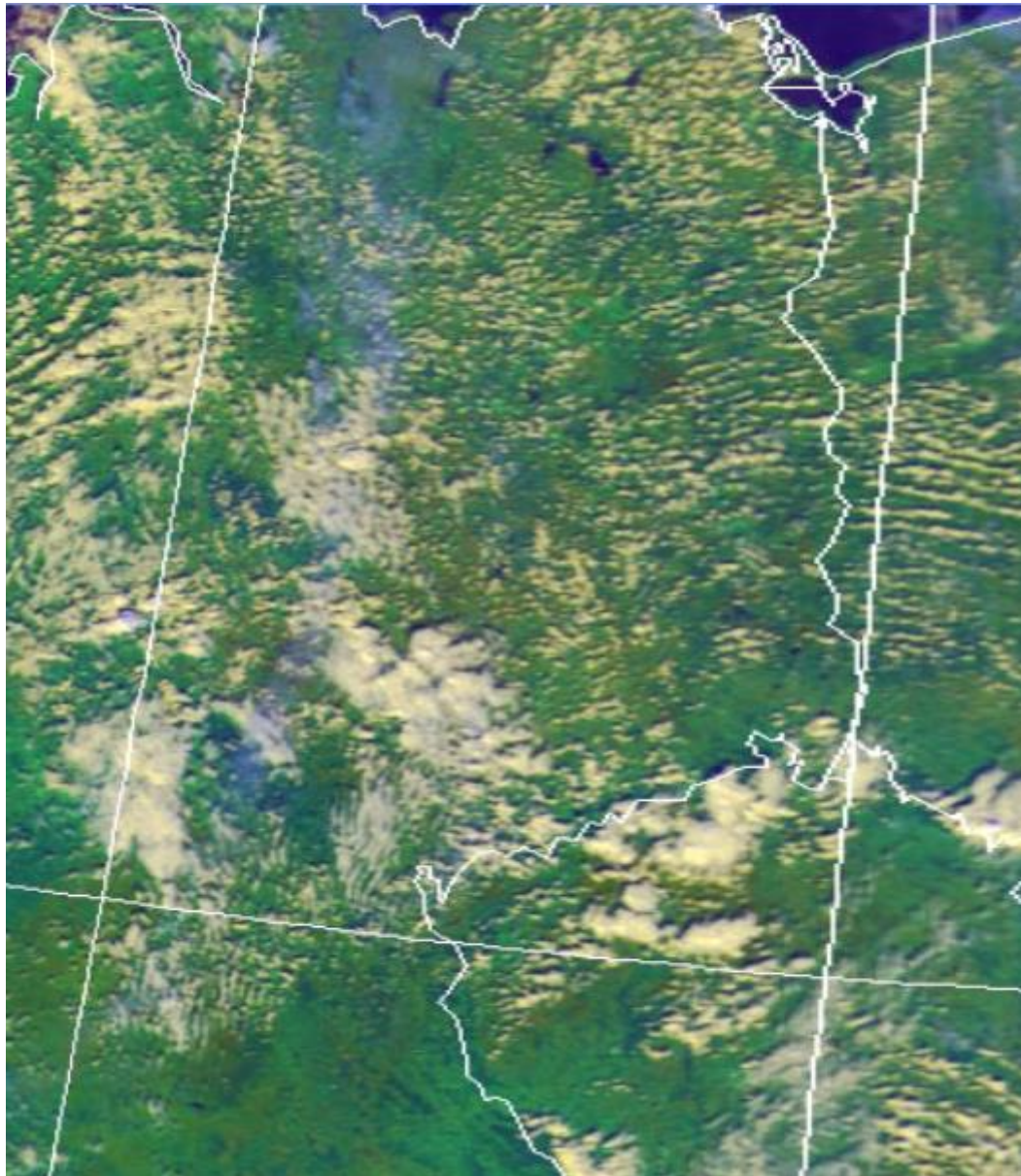
Carsten Lindemann

**Abb.1 Thermikwelle - Hangaufwind am isolierten Cumulus
der Wind nimmt mit der Höhe zu.**



**Bemerkung: Ist das nicht nur
ein Sonderfall einer allgemeinen
Lösung?**

29. August 12
Ausschnitt
WS > THW



10393 Lindenberg Observations at 12Z 29 Aug 2012

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
1005.0	115	24.8	12.8	47	9.32	270	4	297.5	324.9	299.2
1004.0	124	23.4	10.4	44	7.94	281	4	296.2	319.6	297.6
1000.0	159	22.8	9.8	44	7.66	325	4	295.9	318.5	297.3
925.0	830	16.2	9.2	63	7.95	250	6	295.9	319.2	297.3
890.0	1157	13.2	8.8	75	8.07	240	10	296.0	319.6	297.4
886.0	1195	12.8	8.8	77	8.08	244	10	296.0	319.7	297.4
850.0	1542	10.0	4.0	66	6.03	285	8	296.6	314.5	297.7
841.0	1630	9.2	3.8	69	6.01	275	10	296.6	314.5	297.7
797.0	2073	5.0	2.8	86	5.91	267	13	296.8	314.4	297.8
789.0	2155	4.5	1.3	80	5.37	265	14	297.1	313.2	298.1
767.0	2385	3.2	-2.8	65	4.08	269	22	298.1	310.5	298.8
760.0	2460	4.0	-11.0	33	2.18	270	24	299.8	306.7	300.1
731.0	2774	1.2	-3.8	69	3.97	275	35	300.0	312.2	300.8
729.0	2797	1.0	-3.3	73	4.13	274	35	300.1	312.7	300.8
718.0	2919	= 1.6	-9.4	44	2.62	271	34	302.0	310.4	302.5
707.0	3043	0.4	-4.0	72	4.04	267	33	302.0	314.6	302.8
700.0	3123	0.2	-5.8	64	3.56	265	33	302.7	313.8	303.3
689.0	3250	-1.1	-7.1	64	3.27	261	32	302.6	312.9	303.2
685.0	3296	-1.4	-10.8	49	2.47	260	31	302.8	310.6	303.2
676.0	3402	-2.1	-19.1	26	1.26	262	23	303.1	307.3	303.4
673.0	3437	-1.5	-27.5	12	0.60	263	21	304.2	306.3	304.3
667.0	3509	-1.3	-31.9	8	0.40	265	16	305.2	306.6	305.3
651.0	3702	-0.7	-43.7	2	0.12	250	19	308.0	308.5	308.0
544.0	5114	-9.3	-37.3	8	0.29	259	19	314.0	315.1	314.0
533.0	5271	-10.6	-36.2	10	0.33	260	19	314.2	315.5	314.3
500.0	5760	-14.7	-32.7	20	0.49	250	21	315.1	316.9	315.1
485.0	5990	-15.9	-33.9	20	0.45	247	21	316.3	318.0	316.4

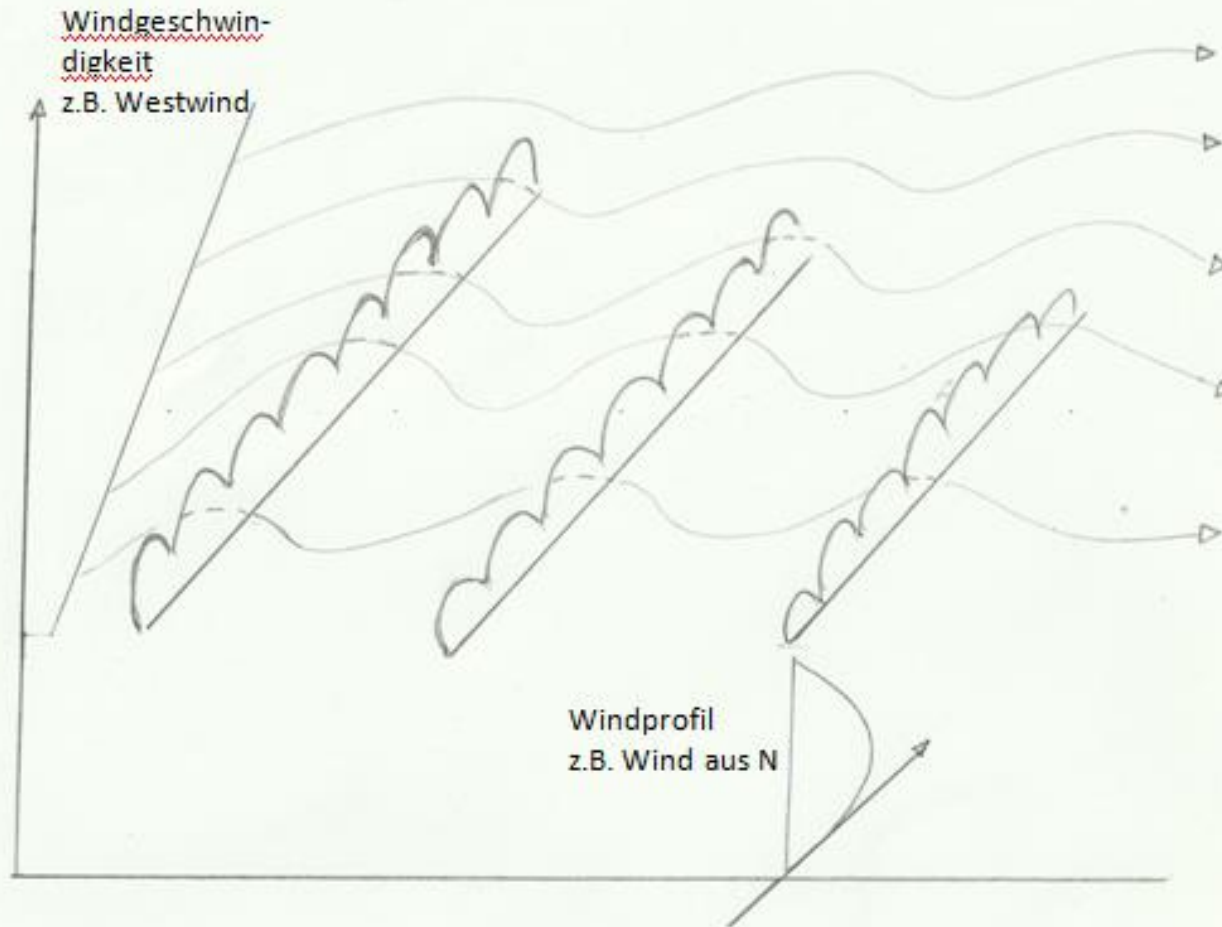
Carsten Lindemann Göttingen 2016

Wolkenstraßen > keine größeren Wolkenfelder bzw. Cumulusbänder quer zur Strömung

Wind measurements 29.08.12 SL

Höhe (m)	Aufstieg	Wind (° - km/h)	Abstieg
500	229 9		233 14
1000	210 13		237 19
1500	254 15		251 35
1700 CKN	239 19		253 35
2000	239 25		254 36
2500	249 39		252 39
2700	255 44		254 43
2970 max	255 43		

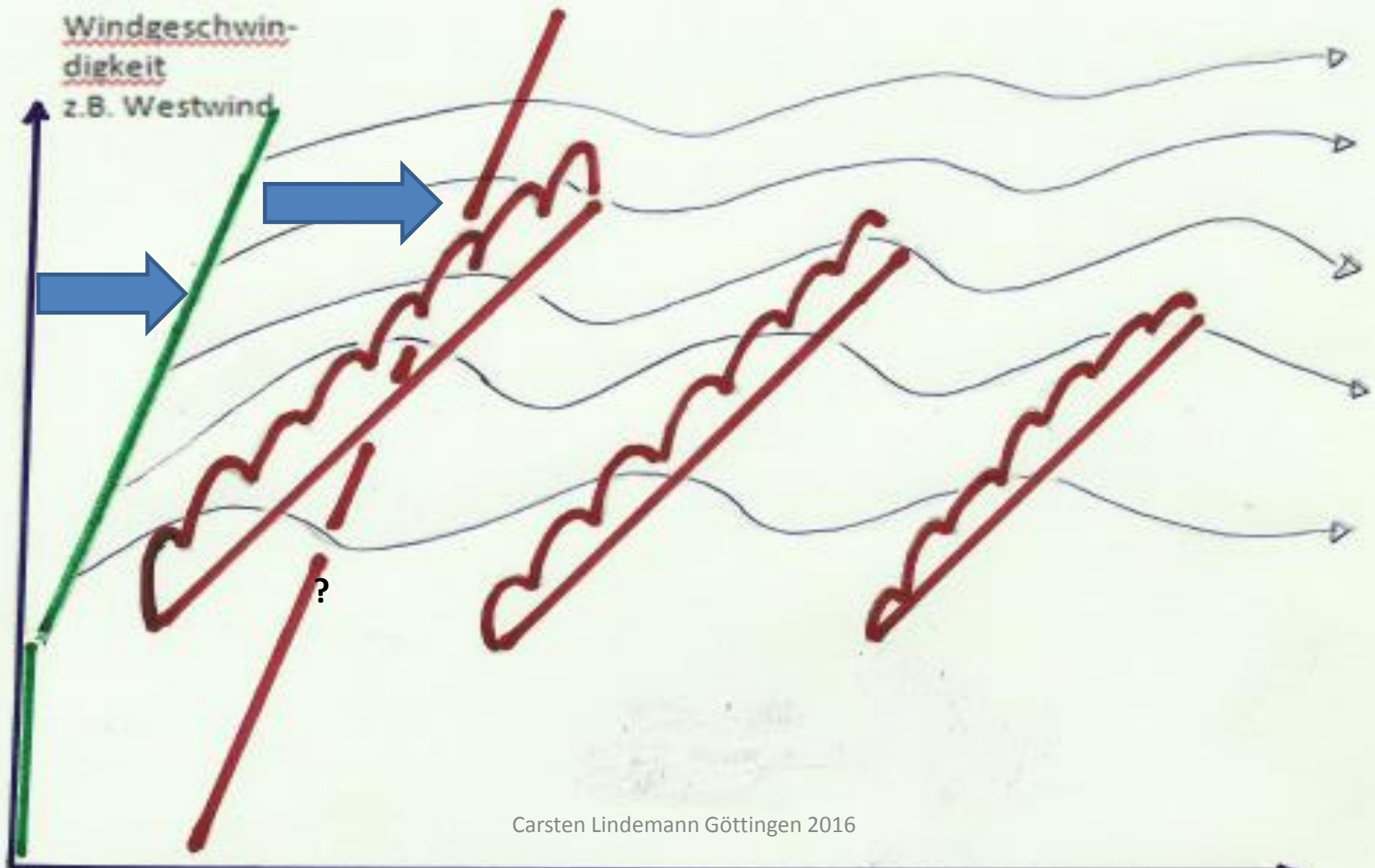
ABB. 2 Kombination Wolkenstraße – Wellenströmung
das Windprofil mit Maximum unten erzeugt Wolkenstraßen – das Windprofil oben steht etwa senkrecht zum Windprofil unten und ist schwingungsfähig



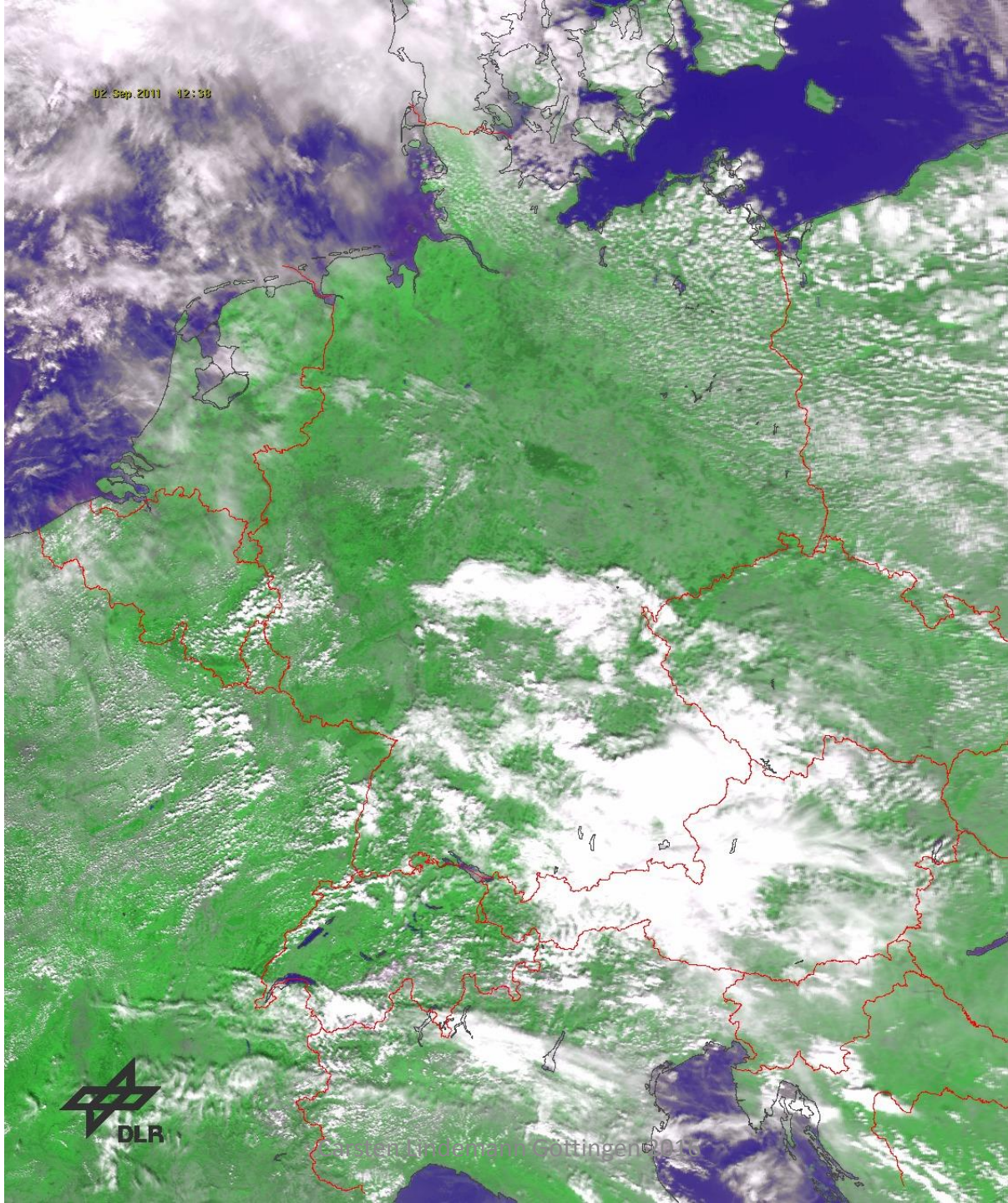


Carsten Lindemann Göttingen 2016

Windgeschwindigkeit
z.B. Westwind



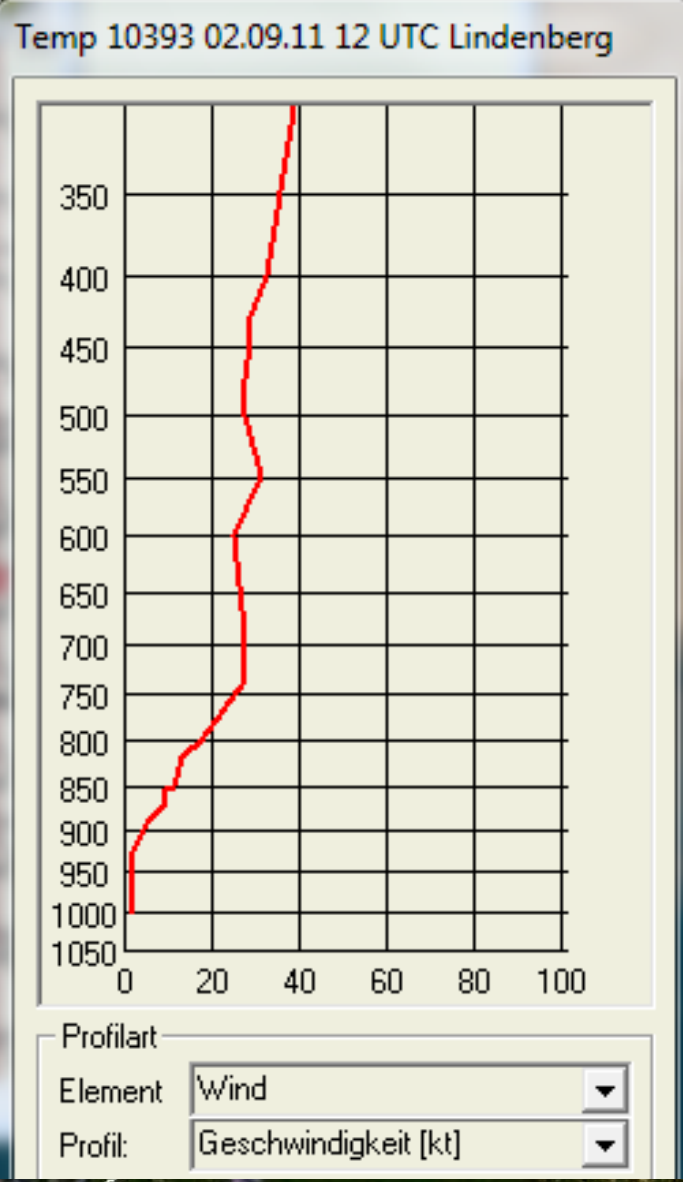
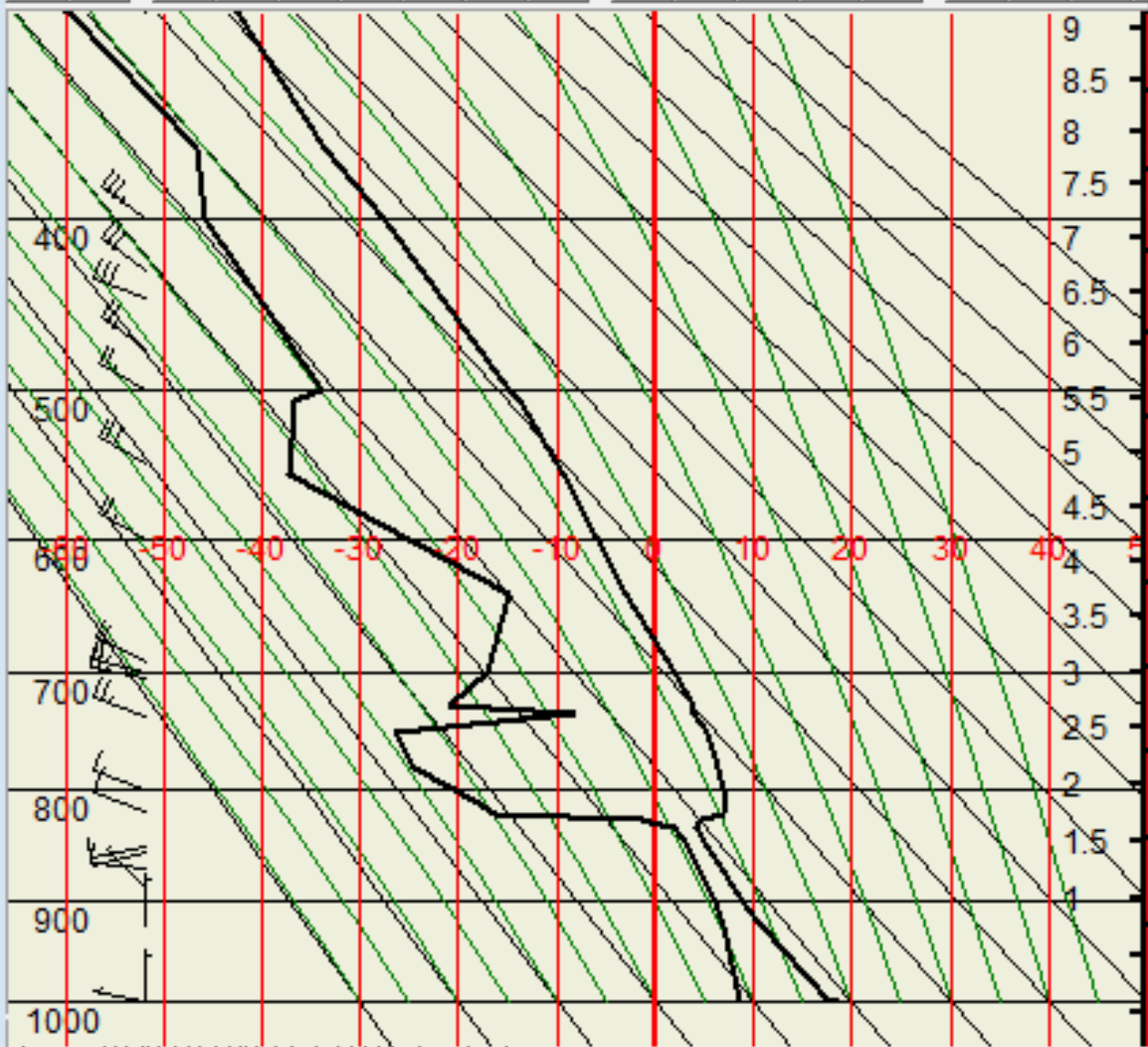
**Thermikwelle
2. September
2012**

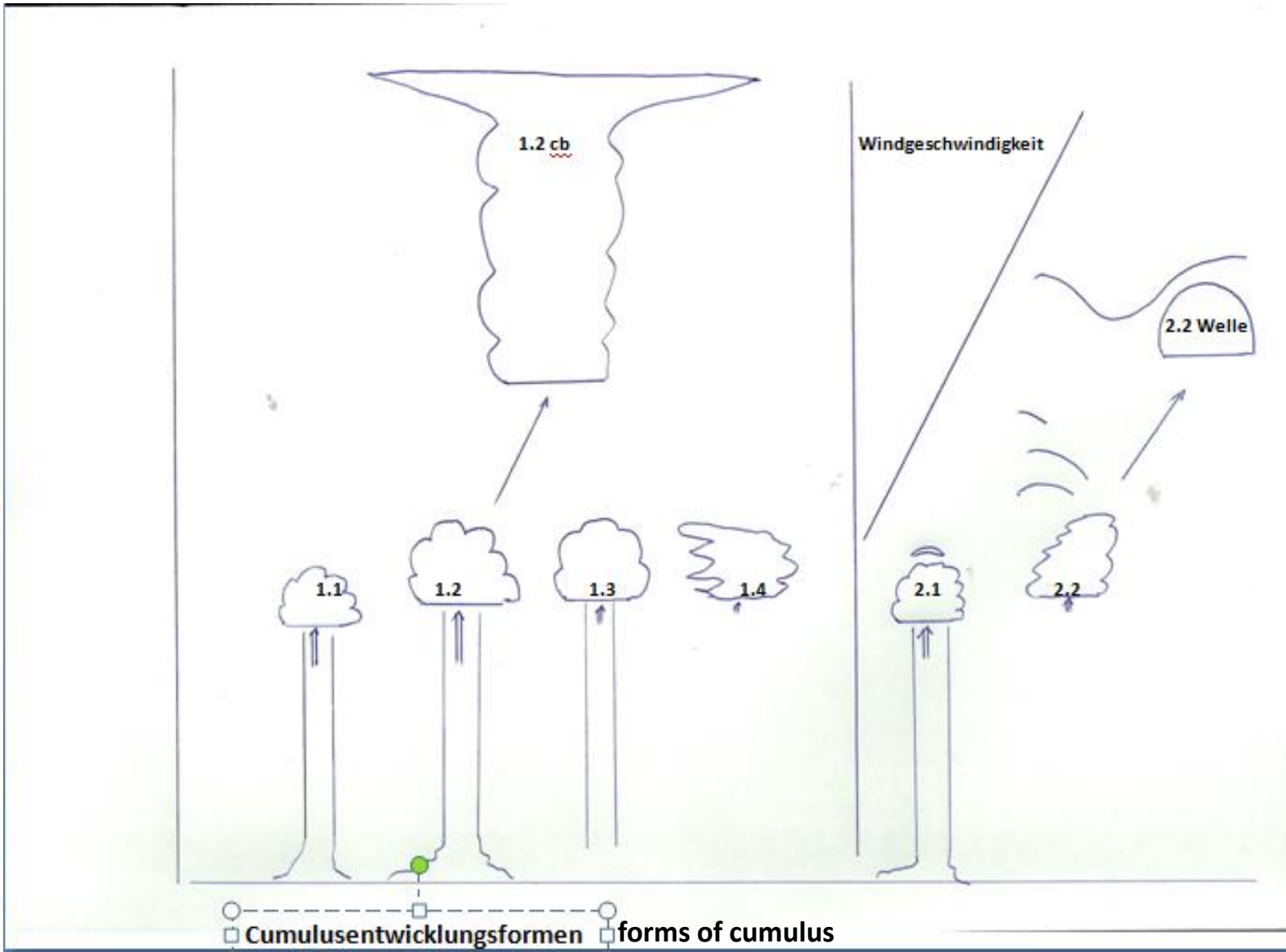


TEMP - Diagramm

[-] [Max] [Close]

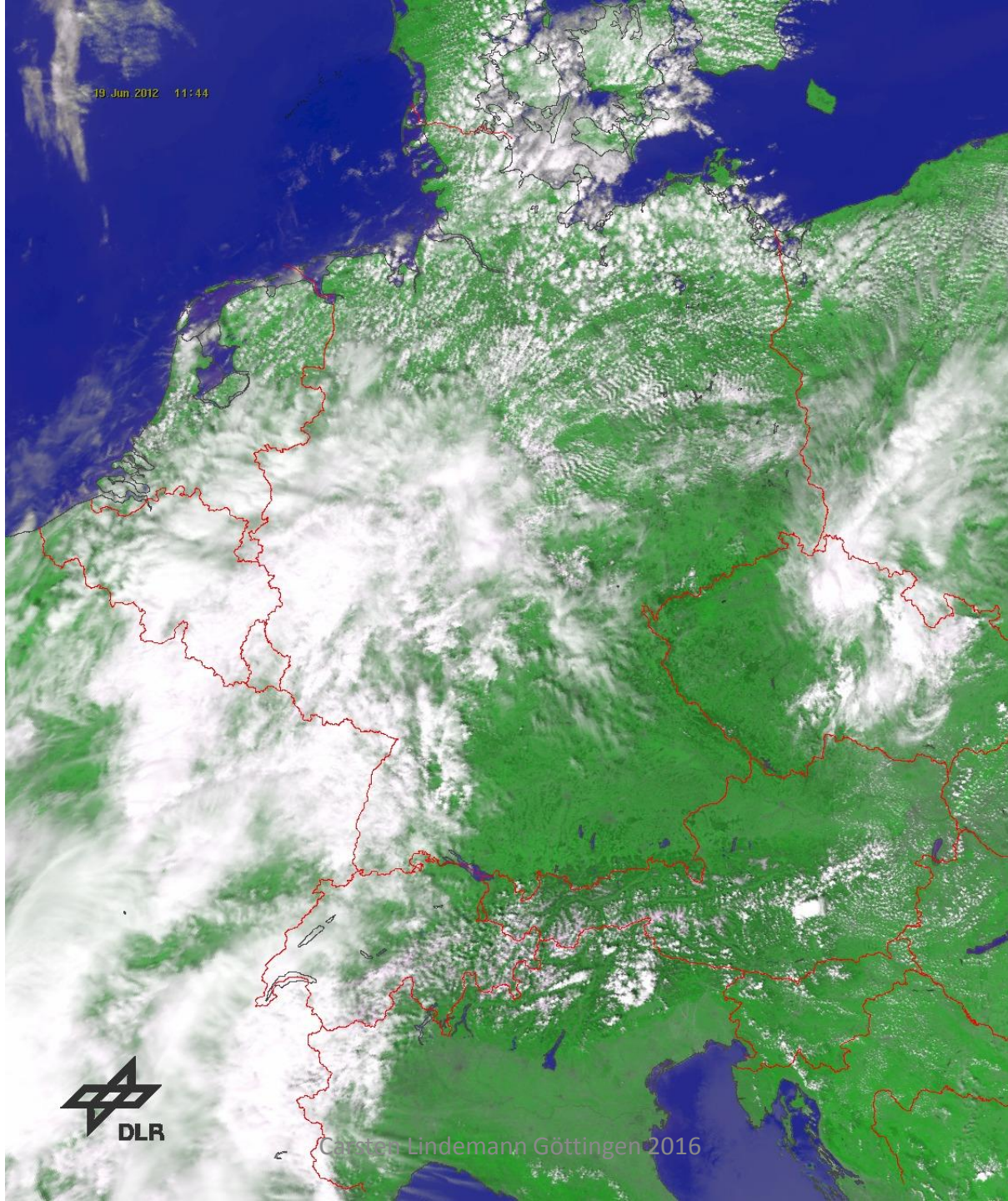
[Print] [Copy] [Paste] [Undo] [Redo] [Zoom In] [Zoom Out] [Reset] [Close] [Help] [Save] [Print] [Help] [Close]





○ Cumulusentwicklungsformen ○ forms of cumulus
 □ development and of low surface wind

19. Juni 2012
SL 3700 m



Carsten Lindemann Göttingen 2016

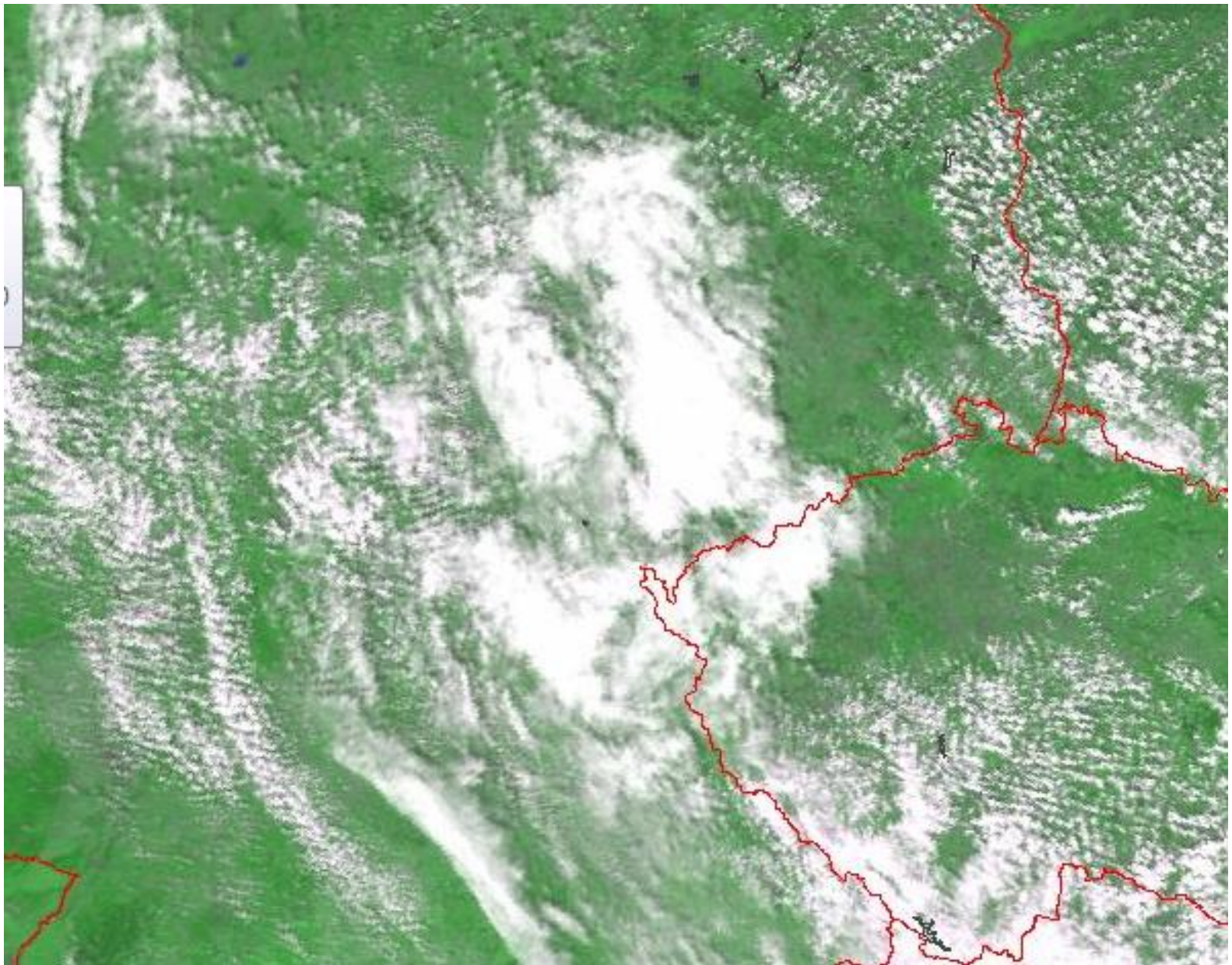
19. Juni 2012
NW Lüsse

Flugmessungen mit SL

825	136	2	1,7
900	135	2	2,4
1000	129	3	1,8
1100	169	2	1,5
1200	116	4	1,3
1300	116	5	1,1
1400	116	5	1,3
1500	112	5	1,3 CKN-Basis
1600	172	7	1,4
1700	170	9	1,6
1800	183	9	1,7 Inversion
1900	216	15	2,1 Wolkenobergrenze
2000	228	23	2,4
2100	229	27	2,1
2200	230	26	1,1
2300	230	25	2
2400	243	46	2,3
2500	243	51	1,4
2600	244	51	1,5
2700	247	53	2,4
2800	248	53	2,2
2900	247	54	1,1
3000	246	58	1,8
3100	241	67	1,6
3200	244	64	1,1
3300	245	61	0,7
3400	247	61	1,2
3500	247	67	0,6
3600	247	67	1

Windzunahme erst in Höhe
 Der Wolkenobergrenze

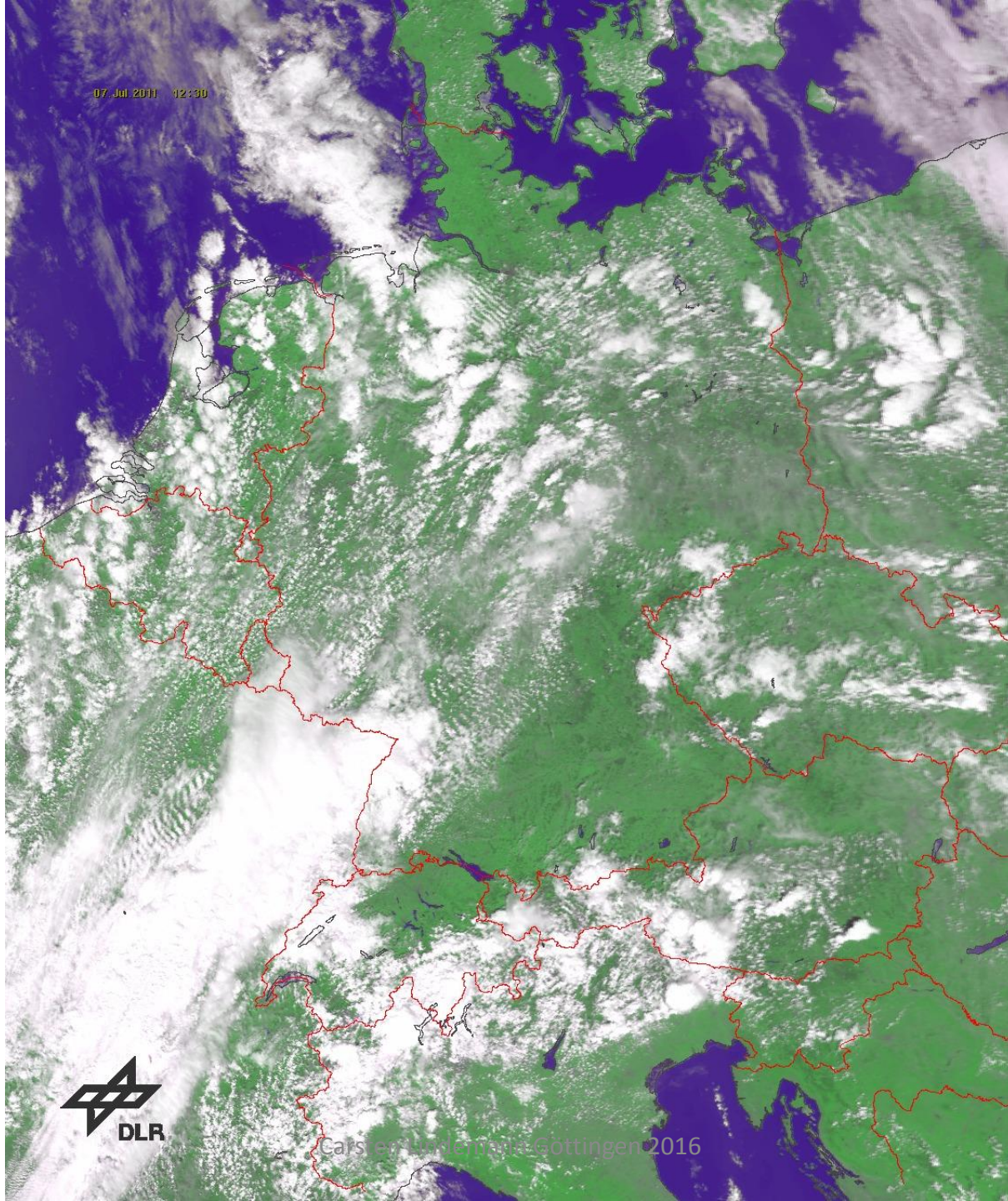
Höhe (m) Windrichtung Wind (km/h) Steigen m/s



**25.7.08 Dingel 2200 m Windprofil unten 060° 14 kts max CKN ca.1200 oben 125° 29
kts max in 2400 m**

Carsten Lindemann Göttingen 2016

7. Juli 2011
THW



7. Juli 2011

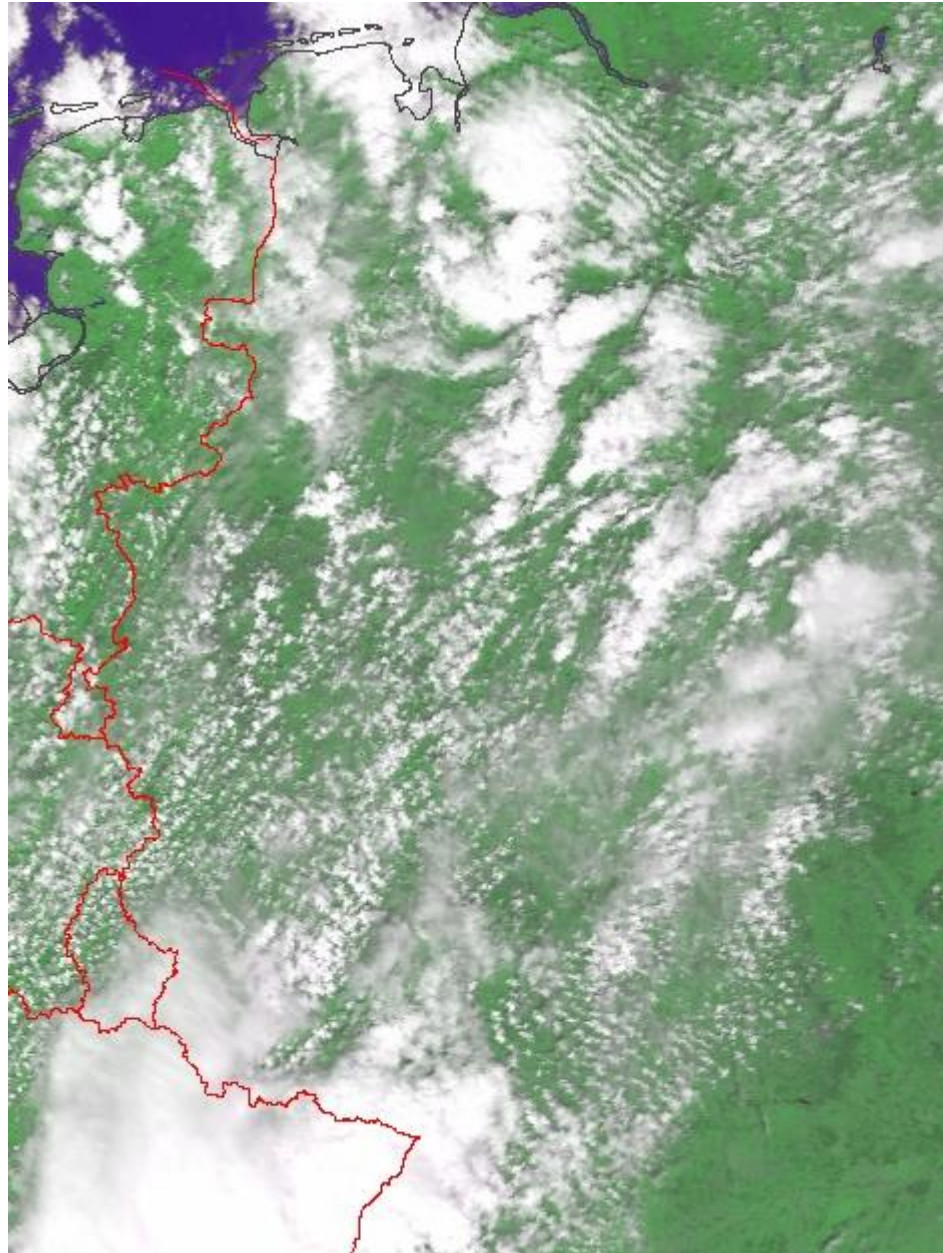
Lindenberg CKN 1000m
unten 245° 7Kts. Max
oben 270° 39 kts max
in 4000m *WS > THW*

Bergen CKN 1900 Inv
unten 140° 6 > 195° 15 kts
oben 220° 35 kts max 3500m
WS > THW

Idar-O. CKN 1800, Inv 2700,
unten 225° max 16
oben 225° 54 kts max 4300m
LW

Stuttgart CKN 1400 Inv 1800
unten schwach > 195° 6 max
oben 230° 45 max 3200m
LW > THW?

Konvektionsraum > Impuls



9. Juli 2011

12.10z

Lindenberg

CKN 1800

Inv 2800

unten 150° 8

> 180° 22

oben

225° 27 in

2200 m

225° 27 in

3100 m

darüber

Zunahme

bis 47 kts

Windzunahme erst

in Höhe der Inv

Bergen

CKN 2000

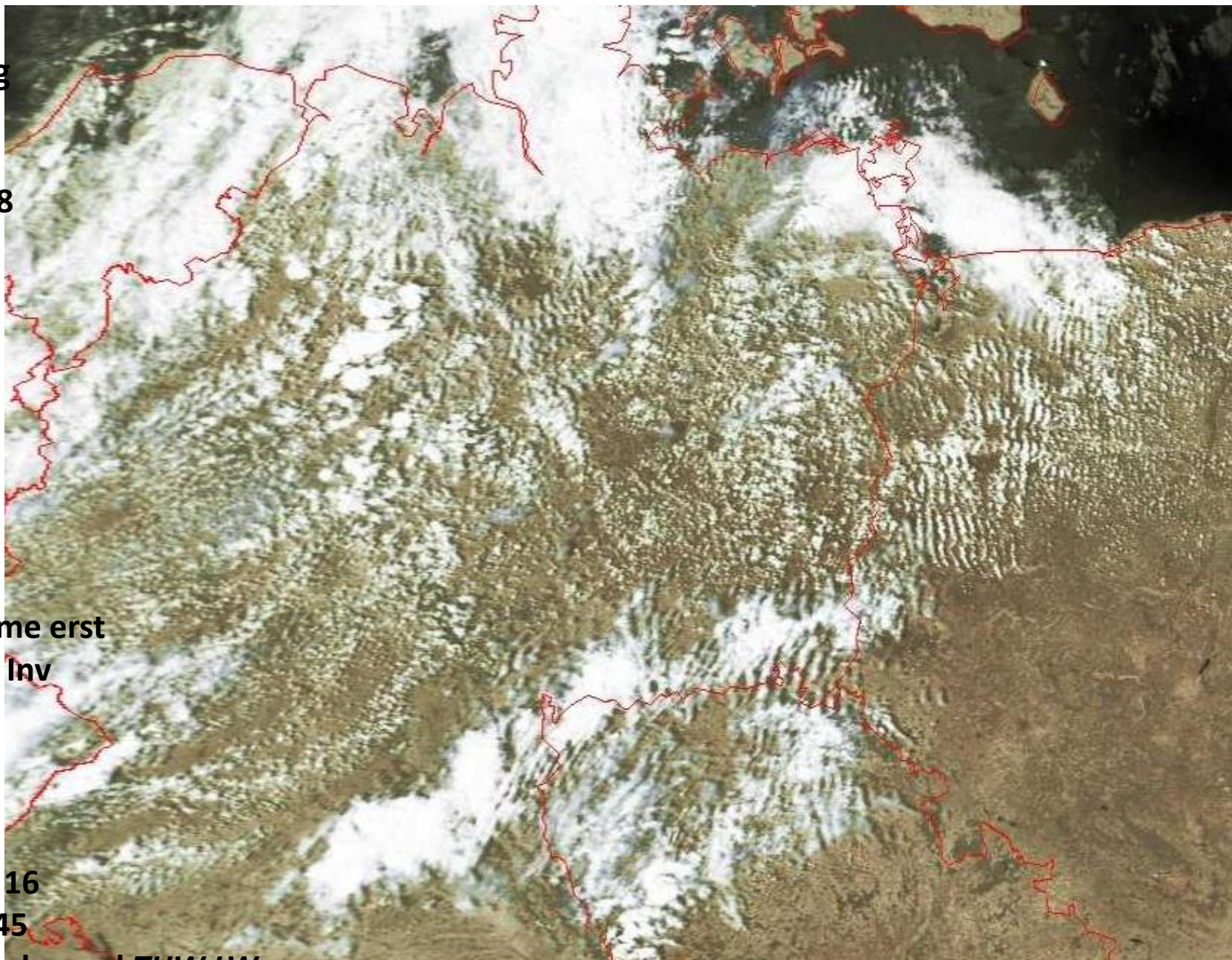
Inv 4100

unten 195° 16

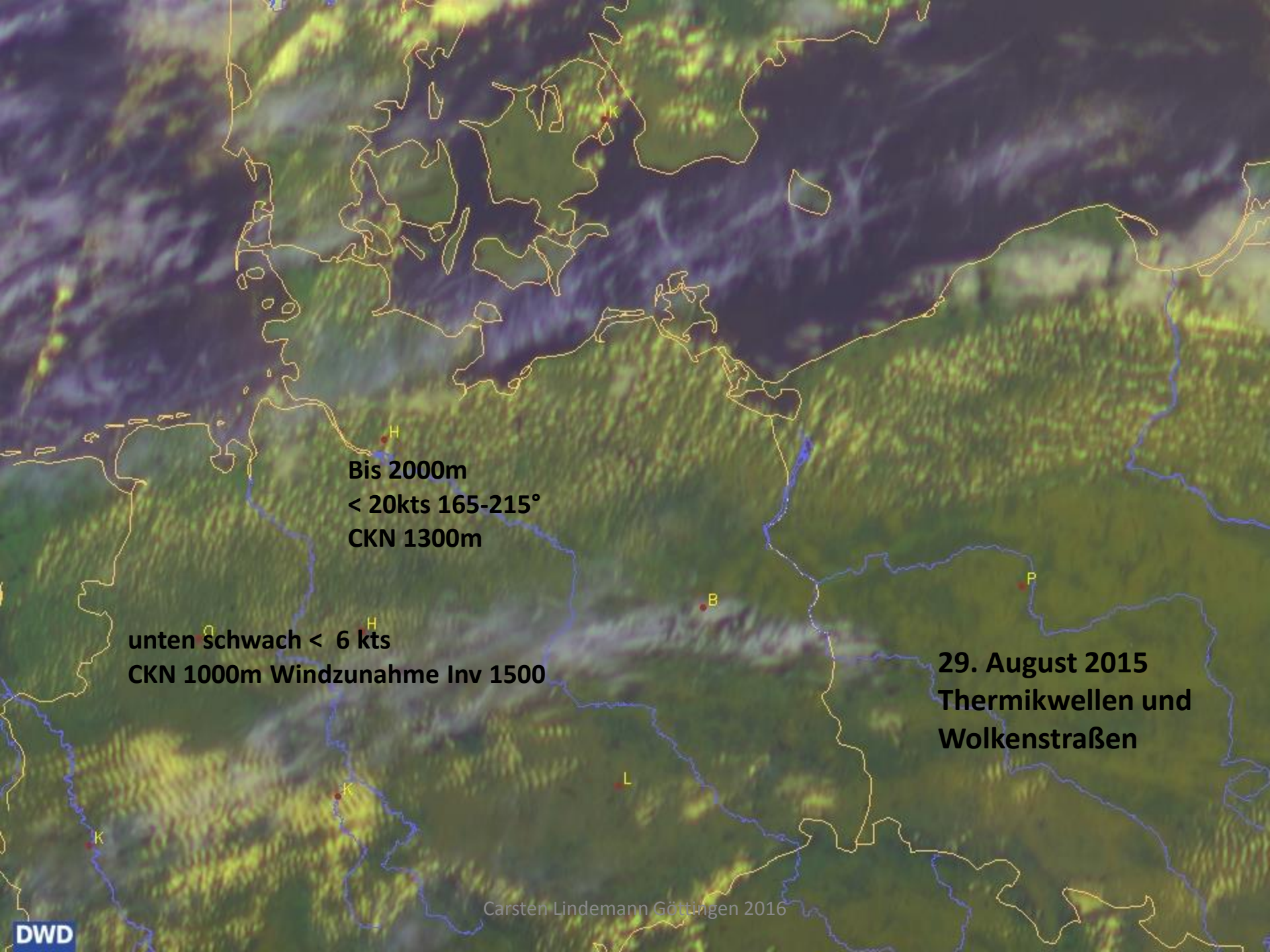
oben 220° 45

in 5000 zunehmend *THW LW*

Meinigen CKN 1600 Inv 2500 unten 185°25



Carsten Lindemann Göttingen 2016



Bis 2000m
< 20kts 165-215°
CKN 1300m

unten schwach < 6 kts
CKN 1000m Windzunahme Inv 1500

29. August 2015
Thermikwellen und
Wolkenstraßen

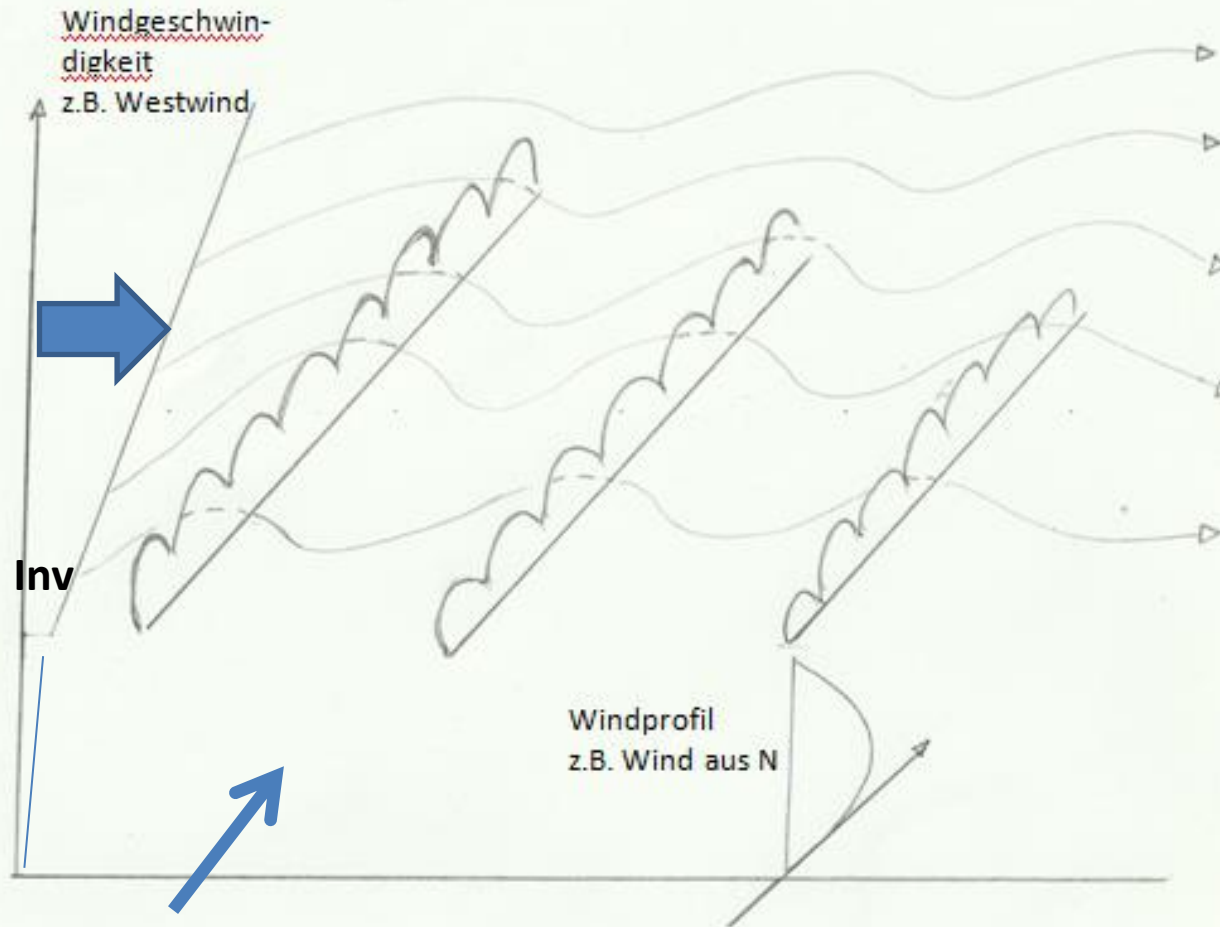
Thermikwelle Nähe De Aar ZA 21.11.2012 SL Maxhöhe 5670 m

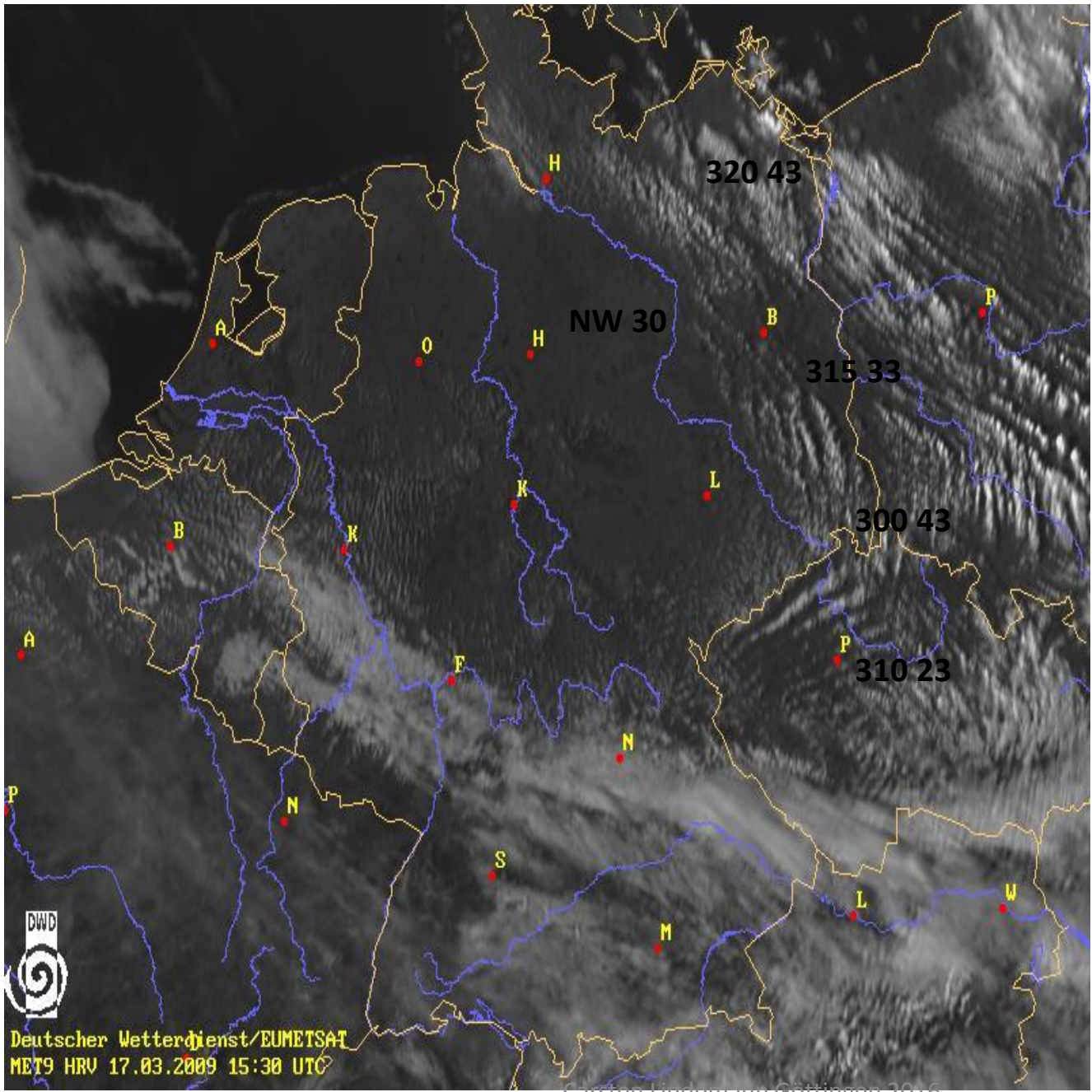
Wind De Aar

21.11.2012 10z

Höhe m	hPa	WR°	kts	°C
1258	871	240	14	27
1513	850	215	11	22,2
2010	794			16,2
2267	769	215	9	
2467	750			11,8
2933	707			7
3151	700	220	7	6,2
3240	680	200	5	4
3603	649	250	19	
3737	638	260	26	
3859	628	275	37	1,8 kleine Inversion
5583	500	280	40	-10,1
6090	466	285	44	
6751	400	280	48	21,7

Strukturen für Wolkenstraßen - Thermikwellen





Wind in ° und
Kts in 1000 m MSL

Deutscher Wetterdienst/EUMETSAT
MET9 HRV 17.03.2009 15:30 UTC

Carsten Lindemann Göttingen 2016

Zusammenfassung:

Leewellen sind ein Regelzustand der Atmosphäre und qualitativ und auch quantitativ gut vorhersagbar (DWD, RASP, Flymet u.a.) dazu gehören vertikale Mächtigkeit, Vertikalgeschwindigkeit und Ort.

Thermik ist auch ein Regelzustand der Atmosphäre, auch hier ist die vertikale Mächtigkeit und die Vertikalgeschwindigkeit vorhersagbar (DWD, TopMeteo, RAPS, MeteoBlue u.a.), durch die kurze Lebensdauer von ca. 10 – 30 Minuten nicht aber der Ort der Einzelblase sondern statistisch nur das Feld der Thermikblasen.

Wolken- bzw. Thermikstraßen sind im Prinzip vorhersagbar durch die Eigenschaften des Windprofil und der Stabilität, sie entstehen dann mit der Thermik auch bei relativ geringen Wärmeströmen – auch ein häufiger Zustand der unteren Atmosphäre.

Thermikwellen stehen quer zur allgemeinen Strömung

Thermikwellen können immer dann entstehen, wenn über die vertikale Mächtigkeit der Cumuluswolken hinaus der Wind mit der Höhe zunimmt bei etwa konstanter Windrichtung und die Atmosphäre stabil ist. Weiter wichtig ist die Anregung der Wellenströmung durch *ausreichenden Aufwind (Wärmefluss)* der Thermik.

Bei Wellen am isolierten Cumulus kommt nicht die ganze Atmosphäre darüber ins Schwingen.

Bei zunehmender Windgeschwindigkeit von unten nach oben über die Cumuli hinweg können Thermikwellen entstehen.

- 1. Sonderfall: Wenn der Wind unten gering ist, aber die Cumuli in die stärkere Strömung oben hineinreichen (Nachmittagseffekt), entstehen Thermikwellen. Grenzfall zu Wolkenstraßen.**
- 2. Sonderfall (selten) unten gibt es Wolkenstraßen, oben ist die Atmosphäre schwingungsfähig und der Wind steht in etwa senkrecht zur Strömung unten, ergeben sich Thermikwellen.**

Was die Atmosphäre so an Organisationsformen bietet

Wolken- bzw. Thermikstraßen sind die häufigste und einfachste Organisationsform in der bodennahen Schicht > Konvektionsschicht

Sie entstehen bereits bei sehr geringen verfügbaren Energien des vertikalen Wärme- und Feuchteflusses (Aufwindstärke) bei niedrigem CKN und so auch im Winter)

Thermikwellen entstehen bei (mit) größerem Aufwind > Wärmefluss. Sie entstehen bei Windscherung (im Mittel 6m/s/1000 m – Standardabweichung 2,3 m/s/1000 m) in Höhe der Cumuluswolken als laminarer Aufwind am einzelnen Cumulus.

Die Schwingungsfähigkeit ergibt sich aus dem Wind- und Temperaturprofil - (Brunt-Vaisala) – die Amplitude in Beziehung zum thermischen Aufwind – Wechselwirkung. Es bleibt ein Rest chaotisch.

Ist der Wind in der unteren Konvektionsschicht schwach, steht er in einem deutlichen Winkel zur Strömung in und oberhalb dieser Schicht oder gar mit einem gekrümmten Windprofil verbunden, dann sind Wolkenstraßen quer zur oberen Strömung zu erwarten.

Die Kombination von Wolkenstraßen unten und Wellen oben als Überlagerung ist bislang nur im Lee von Gebirgen beobachtet worden (Bradbury, West, Maul etc.).

Wellen sind herausfordernd

Thermikwellen sind selten

**Thermik ist ja auch ganz nett, besonders wenn sie in
Wolkenstraßen organisiert ist und erzeugt im Sommer
viel weniger kalte Füße**

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit